

## MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

### **PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II**



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

I.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	3
I.1. PROYECTO	3
I.2. PROMOVENTE	3
I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	4
I.4 PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.	4
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	7
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	16
III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE USO DEL SUELO	36
IV.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	46
V. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	73
VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.	84
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	90
ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO	90
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	95

## **I.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

### **I.1. PROYECTO**

#### **“PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II”.**

##### **I.1.2. Ubicación de la actuación**

La Planta de osmosis inversa (**el proyecto**) objeto de esta manifestación de impacto ambiental se pretende instalar en el desarrollo “DESARROLLO INMOBILIARIO Y HOTEL BOUTIQUE EN EL LOTE RTH7, PLAYA MUJERES” (Fase I y Fase II), dentro del área de servicios del lote RTH-7-PM II, autorizado en materia de impacto ambiental con el número de oficio SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08 con fecha del 3 de octubre del 2008 y su modificación SGPA/DGIRA/DG-02857 de fecha 02 de Mayo del 2013, ubicado en el lote 001, Mza. 001, Smza 003, de la zona continental de Isla Mujeres, en Quintana Roo.

##### **I.1.3. Vida útil de la actuación**

##### **I.1.4. Presentación de la documentación legal**

### ***I.2. Promovente***

#### **I.2.1 Razón social**

Se incorpora como anexo: copias simples el acta constitutiva de la Sociedad propietaria del predio (“**La que promueve**”).

#### **I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes**

#### **I.2.3 Nombre y cargo del Representante Legal**

#### **I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones**

### ***I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental***

#### **I.3.1 Nombre o razón social**

#### **I.3.2 Registro federal de contribuyentes**

#### **I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio**

#### **I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

### **I.4 PRESENTACIÓN Y ANTECEDENTES.**

- I. El sitio en el que se pretende instalar el proyecto “**Planta de Osmosis en el lote RTH-7 FASE II**”, se presenta dentro del área de servicios del lote RTH-7 y en la vialidad del mismo predio localizado en Prolongación Bonampak Lote RTH-7, el cual cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo de obras y actividades y la operación de las mismas.
- II. El 3 de octubre del 2008, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) otorgó el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08, a través del cual se autorizó en materia del impacto ambiental, el proyecto **Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres**. Con vigencia por 50 años para preparación, construcción y operación del proyecto.
- III. Que el 3 de mayo de 2013, se notificó el oficio **SGPA/DGIRA/DG/02857** de fecha 2 de mayo de 2013, mediante el cual autorizaron modificaciones referentes a la redistribución de unidades y superficies de las obras y actividades correspondientes al proyecto “Desarrollo Inmobiliario y Hotel

Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres”, ubicado en el RTH7 dentro del desarrollo Plan Maestro Playa Mujeres.

- IV. Que el 10 de febrero de 2015, se notificó a la promovente el oficio 04/SGA/0173/15 0641 de fecha 30 de enero de 2015, mediante el cual la Delegación Federal en Quintana Roo, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales autorizó de manera condicionada el proyecto “PLANTA DE OSMOSIS EN EL LOTE RTH-7”.
- V. Que el 20 de agosto de 2015, mediante oficio 03/ARRN/1391/15, se autorizó el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de 4.93 Ha para el desarrollo del proyecto denominado Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres, Segunda Fase.
- VI. Que el 7 de abril 2016, se notificó el oficio 04/SGA/0540/16 de fecha 7 de abril de 2016, mediante el cual se indica en el acuerdo segundo que se autoriza la modificación a un año adicional, plazo que comenzará a partir del día 12 de marzo de 2016 y vencerá el 12 de abril de 2017; asimismo el plazo de operación y mantenimiento de 99 años iniciará una vez concluido el plazo anterior.
- VII. Que el 6 de mayo del 2016, se ingresó a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Delegación Quintana Roo, la solicitud de modificación del proyecto PLANTA DE OSMOSIS EN EL LOTE RTH-7.
- VIII. Que el 24 de julio de 2016, mediante oficio 04/SGPA/0928/16 folio 03326 de fecha 14 de julio de 2016, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Delegación Quintana Roo, en el acuerdo segundo indica que dadas las características de la modificación del proyecto PLANTA DE OSMOSIS EN EL LOTE RTH-7, es necesario presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, por las razones expuestas en el considerando VI del presente oficio.
- IX. Las obras y actividades relacionadas con la POI se encuadran en los supuestos de los Artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como lo indicado por el artículo 5 inciso A) fracción XII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

- X. Que el Art. 5 inciso A) fracción XII, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA), indica.

*Art. 5º. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.*

*A) Hidráulicas*

*I (...)*

*XII Plantas desaladoras;*

En virtud de lo antes expuesto, mi representada solicita, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, la evaluación y la emisión del oficio resolutorio en materia de impacto ambiental correspondiente a la instalación y operación de una Planta de Osmosis Inversa, la cual se pretende ubicar dentro del polígono predial RTH 7, en la zona de servicios, del proyecto **Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres** autorizado y regulado por el oficio resolutorio SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08, de fecha 3 de octubre del 2008, y su modificación SGPA/DGIRA/DG-02857 de fecha 02 de Mayo del 2013.

## II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1. Naturaleza del proyecto.

La empresa Desarrollos Quintana Roo, S.A. de C.V. (**promoviente del proyecto**), pretende el desarrollo del proyecto **Planta de Osmosis Inversa en el Lote RTH 7 II (Fase II)**, en del área de servicios del lote RTH-7 dentro de los 60 m<sup>2</sup> autorizados<sup>1</sup>, y tres pozos<sup>2</sup> que se ubicarán en la vialidad del mismo predio localizado en Prolongación Bonampak Lote RTH-7 ubicados dentro del proyecto regulado por el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08, de fecha 3 de octubre del 2008, y su modificación SGPA/DGIRA/DG/02857 de fecha 2 de mayo de 2013.

La instalación de la planta de ósmosis inversa (**POI**) tiene como objeto atender las necesidades de consumo de agua propias del proyecto en el lote RTH 7 (Fase II). El sistema de desmineralización de agua proveniente de un pozo de agua salobre, a -25 m, se requiere 1,750 m<sup>3</sup>/d de agua de alimentación, para el proceso de 700 m<sup>3</sup>/día con una capacidad de recuperación de 40%, y 1,050 m<sup>3</sup>/d de rechazo. La planta, de la marca **Memco**, modelo MSW-90X1077, producirá agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales producto menor a 500 mg/l, considerando una alimentación de agua salobre proveniente de pozo con una concentración máxima de 36,000 ppm de sólidos disueltos totales. El rechazo o descarga será a un pozo profundo de -40 m, mismo que se detalla en este documento.

La POI se instalará en la zona de servicios previamente autorizada en el proyecto Desarrollos Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH 7, Playa Mujeres, autorizado a través del oficio num. SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08, de fecha 3 de octubre del 2008 y su modificación SGPA/DGIRA/DG/02857 de fecha 2 de mayo de 2013, por lo que solo se requiere de la autorización en materia del impacto ambiental para la instalación tanques, armado de equipos, conexiones y tuberías que permita obtener el abastecimiento de agua (2 pozos de aprovechamiento) necesaria para el proceso de desmineralización, y descarga (1 pozo de rechazo).

---

<sup>1</sup> 04/SGA/0173/15 0641 de fecha 30 de enero de 2015

<sup>2</sup> Dos de aprovechamiento y uno de rechazo.

Las obras y actividades relacionadas con la POI se encuadran en los supuestos del Artículos 28 la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como lo indicado por el artículo 5 inciso A) fracción XII del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental; así como por lo indicado en los ordenamientos jurídicos aplicables como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Isla Mujeres (POEL-IM) se ubica en la UGA TU 09 y Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Bajo este marco de regulaciones, el proyecto solicitado mediante esta MIA-P implica la instalación, operación y mantenimiento de una POI marca Memco, modelo MSW-90X1077, misma que producirá agua potable con una capacidad de obtención de 600 m<sup>3</sup>, con una concentración de sólidos disueltos totales menor a 350 ppm, lo antes dentro de la superficie autorizada de 60 m<sup>2</sup> dentro del área de servicios del proyecto previamente autorizado en el lote RTH 7 y los pozos se ubicarán en la vialidad del mismo predio localizado en Prolongación Bonampak Lote RTH-7, en el desarrollo "Playa Mujeres Resorts", Isla Mujeres, Quintana Roo.

### **II.1.2 Selección del sitio**

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

La ubicación es dentro de la zona de servicios del lote RTH 7 (Fase I y Fase II) dentro del proyecto, éste cuenta con el abastecimiento de agua potable suministrada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

La POI se ubica dentro del lote RTH 7 (Fase I y Fase II) en la porción sureste del proyecto dentro del área de servicios en el cuarto de máquinas en el lote RTH 7, autorizado en materia del impacto ambiental<sup>3</sup>, y los pozos se ubican en el área de la modificación autorizada del mismo proyecto<sup>4</sup> localizados en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, al norte de Punta Sam, las escrituras del predio se anexan al presente.

---

<sup>3</sup> SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08 y 04/SGA/0173/15

<sup>4</sup> SGPA/DGIRA/DG/02857

### **II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización**

El sitio de esta actuación se pretende ubicar en la porción sureste del proyecto dentro del área de servicios en el cuarto de máquinas, del predio ubicado en la Supermanzana 003, manzana 001, Lote 001, en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, con las siguientes medidas y colindancias conforme a la escritura núm. 82067.

Al Noreste: en 111.192 m con zona federal marítimo terrestres, 53.226 m con ZFMT en 330.408 m con ZFMT, en línea curva de 17.951 m con acceso a playa norte, en línea curva de 13.164 m con acceso a playa norte, en 12.500 m con vialidad paseo mujeres, en 76.577 m con RTH6, en línea curva de 11.787m con RTH 6.

Al Noreste: 115.966 m con acceso a playa norte, en 507.861 m con acceso a playa norte, en línea curva de 1.820 m con acceso a playa norte, en línea curva de 18.215 m con acceso a playa norte, en línea curva de 26.132 m con vialidad costa mujeres 1, en línea curva de 22.680 m con vialidad costa mujeres 1, en línea curva de 18.716 m con vialidad costa mujeres 1, en 34.853m con vialidad costa mujeres 1, en línea curva de 89.720 m con vialidad costa mujeres 1, en línea curva de 138.383 m con vialidad costa mujeres 1, en 40.178 m con vialidad costa mujeres 1 en 121.708 m con vialidad paseo mujeres, en línea curva de 120.009 m con vialidad paseo mujeres;

Al Sureste; en 78.672 m con RTH6, 77.553 m con vialidad paseo mujeres, en 46.0 m con vialidad paseo mujeres, en 54.890 m con vialidad paseo mujeres, en 96.435 m con RTH6, 144.854m con RTH6, en 2.056 m con RTH6, en 258.261 m con RTH6, en 35.438 m con RTH6, en 55.575 m con RTH6.

Al Suroeste: en 19.187 m con vialidad costa mujeres 1, en línea curva de 2.666 m con vialidad costa mujeres 1, en 58.090 m con vialidad costa mujeres 1, en línea curva de 17.157m con vialidad costa mujeres 1, en 9.310 m con vialidad costa mujeres, en línea curva de 110.562 m con vialidad costa mujeres, en línea curva de 30.250 m con vialidad costa mujeres, en 80.806 m con vialidad paseo mujeres, en línea curva de 41.787 m con vialidad costa mujeres, en línea curva de 44.048 m con vialidad paseo mujeres, en línea curva de 2.876 m con vialidad costa mujeres, en línea curva de 18.450 m con vialidad costa mujeres, en línea curva de 6.219 m con vialidad paseo mujeres en 87.491 m con vialidad paseo mujeres, en línea curva de 70.849 m con vialidad costa mujeres.

La superficie total del predio es de 47.19 hectáreas y las coordenadas geográficas de los vértices que forman el polígono del predio se presentan en el cuadro de construcción siguiente:

Las coordenadas geográficas de localización (UTM; WGS84) se muestran en la siguiente tabla:

Punto	X	Y	Punto	x	y
1	518975.17	2350835.13	11	519153.69	2350729.20
2	518712.81	2350718.40	12	519133.14	2350770.35
3	518976.32	2350832.49	13	519144.44	2350814.94
4	519018.47	2350846.82	14	519070.21	2350833.76
5	518985.67	2350816.73	15	519079.61	2350867.92
6	519018.47	2350846.82	16	519105.20	2350960.90
7	518990.18	2350812.46	17	519218.28	2351051.44
8	519058.92	2350758.34	18	519220.10	2351052.39
9	518957.92	2350628.24	19	519467.49	2351126.56
10	519103.97	2350704.37	20	519542.85	2351149.15
Punto	X	Y	Punto	x	y
21	519513.63	2351256.44	31	518792.25	2351355.56
22	519499.65	2351307.80	32	518801.01	2351337.01
23	519386.84	2351618.35	33	518781.09	2351341.93
24	519282.06	2351568.67	34	518758.04	2351337.34
25	519275.63	2351582.23	35	518772.36	2351318.71
26	519265.36	2351571.29	36	518758.04	2351337.34
27	519257.83	2351563.28	37	518750.87	2351314.96
28	519253.12	2351573.21	38	518743.30	2351290.43
29	518793.86	2351356.41	39	518732.61	2351313.77
30	518802.61	2351337.88	40	518701.07	2351298.94
Punto	X	Y	Punto	x	y
41	518734.49	2351227.91	51	518500.08	2350842.33
42	518655.99	2351226.98	52	518533.76	2350795.00
43	518656.22	2351207.79	53	518549.29	2350805.68
44	518469.73	2351205.58	54	518548.19	2350786.86
45	518608.69	2351081.19	55	518611.38	2350831.83
46	518581.89	2351051.25	56	518604.13	2350842.01
47	518506.45	2350955.74	57	518641.61	2350868.68
48	518574.32	2350895.02	58	518647.01	2350861.10

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
 PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

49	518498.54	2350844.51	59	518690.97	2350893.96
50	518600.22	2350914.53	60	518740.97	2350827.08
Punto	X	Y			
61	518793.61	2350891.90			
62	518849.88	2350964.17			
63	518820.09	2350877.55			
64	518897.03	2350852.86			
65	518919.84	2350919.76			
66	518938.19	2350851.50			
67	518947.14	2350821.78			
68	518975.17	2350835.13			

Cuadro de coordenadas UTM WGS84 del polígono del predio.



Vértices del lote RTH7 (Fase I y II) y ubicación de la POI y pozos de aprovechamiento y de rechazo.

Dentro de éste polígono se utilizarán parte de los 60 m<sup>2</sup> autorizados previamente<sup>5</sup> para la nueva POI, ubicada en el área de servicios previamente autorizada

<sup>5</sup> 04/SGA/0173/15 0641 de fecha 30 de enero de 2015

SGPA/DGIRA/DG/DIA/3194.08 con fecha del 3 de octubre del 2008 y su modificación SGPA/DGIRA/DG/02857 de fecha 2 de mayo de 2013. Así como dos pozos de extracción y uno de rechazo de los que se solicitará la concesión ante CNA; que una vez autorizados de acuerdo a la autorización que derive de la presente MIA-P.

Las coordenadas de ubicación se indican a continuación:

**COORDENADAS UTM WGS 84**

	Punto	X	Y
POI (planta de ósmosis inversa)	1	518918	2351228
Pa (Pozos de aprovechamiento)	PA4	519025.86	2351218.28
	PA5	519055,42	2351213.19
Pr (Pozo de rechazo)	R6	519114.55	2351203,03

La siguiente imagen muestra la ubicación de la POI y de los pozos dentro del lote RTH7.



Ubicación de la POI sobre imagen aérea dentro del proyecto DESARROLLO INMOBILIARIO Y HOTEL BOUTIQUE EN EL LOTE RTH7, PLAYA MUJERES.

#### **II.1.4 Inversión requerida**

Las actividades requeridas para la instalación, operación y mantenimiento del proyecto, tienen un costo estimado de \$ 2,000,000.00 (dos millones de Pesos Mexicanos).

#### **II.1.5 Dimensiones del proyecto**

La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) pretendida en el **DESARROLLO INMOBILIARIO Y HOTEL BOUTIQUE EN EL LOTE RTH 7, PLAYA MUJERES** en el lote RTH 7, estará dentro de los 60 m<sup>2</sup> autorizados previamente, para su armado y buen funcionamiento. Las instalaciones de la planta quedarán ubicadas en el cuarto de máquinas que se encuentra construido en el área adyacente al tanque de almacenamiento de agua tratada, es decir, dentro del mismo espacio de 60 m<sup>2</sup> que ha sido autorizado para el proyecto “**PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7**”, el cual se ubica dentro del área de servicios del predio localizado en Prolongación Bonampak Lote RTH-7, Condominio Maestro Playa Mujeres predio San Francisco, en el Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo. Por lo anterior, no se requiere de superficies adicionales a las ya autorizadas en materia de impacto ambiental para la Planta de Ósmosis Inversa.

El equipo propuesto es de una producción diaria de 700 m<sup>3</sup> al 40% de recuperación, se requieren 1,750 m<sup>3</sup>/d de agua de alimentación, 700 m<sup>3</sup>/d de producción y 1,050 m<sup>3</sup>/d de rechazo. La planta, de la marca Memco, modelo MSW-90X1077, producirá agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales menor a 500 mg/l, considerando una alimentación de agua salobre proveniente de pozo con una concentración máxima de 36,000 ppm de sólidos disueltos totales.

El módulo contará con cuarenta y nueve membranas para agua de mar marca CSM o similar instaladas en siete recipientes de presión marca Protec. Las membranas tienen un área de filtración de 400 ft<sup>2</sup> con un rechazo de sales de 99.8%.

Cada recipiente de presión (portamembranas) albergará siete membranas y estará fabricado en fibra de vidrio (FRP) diseñado para trabajar a una presión de 1000 psi.

Se tendrá un recuperador de energía marca fedco, para lograr obtener un bajo consumo de energía la cual será un ERI/PEI con el cual se estima que el consumo de energía del sistema será de aproximadamente 2.33 Kw/m<sup>3</sup>.

Los equipos y componentes que conforman la planta desaladora marca memco modelo MSW-90X1077 son los siguientes:

- Patín estructural
- Cabezales y tubería.
- Filtros multimedia
- porta filtros de cartucho
- Equipo de bombeo de alta presión
- Banco de membranas
- Instrumentación
- Gabinetes
- Sistema de recuperación de Energía
- Sistemas para la Inyección de Químicos.

El proyecto contará con dos pozos de aprovechamiento ó extracción y un pozo de rechazo, los que se ubicarán en la en la vialidad del mismo predio localizado en Prolongación Bonampak Lote RTH-7, Condominio Maestro Playa Mujeres predio San Francisco, en el Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo. Los que contarán con las siguientes características.

Pozos de extracción: Perforación del pozo a un diámetro de 300 mm de diámetro utilizando maquina rotatoria con barreno tricónico puntas de diamante hasta los 25 m de profundidad.

Suministro y colocación de tubo de PVC contrademe de 14" de diámetro.

Suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC de 10" de diámetro para ademar el pozo.

Análisis fisicoquímico cada 5 m, de profundidad para presentación ante la CNA según NOM. 003 CNA.

Registro eléctrico para presentación ante la CNA según NOM- 003 CNA.

Un (1) pozo para la descarga (rechazo) de la planta desaladora lo cual incluye:

Perforación de pozo a un diámetro de 300 mm de diámetro utilizando máquina rotatoria con barreno tricónico puntas de diamante hasta los 40m, de profundidad.

Suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC de 10" de diámetro para ademar el pozo.

Los pozos serán perforados conforme las indicaciones de la NOM-003-CNA-1996, que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos y la NOM-003-CNA-1997, que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos

Los alcances de la perforación y equipamiento de los pozos se detallan más adelante.

En este marco conceptual equilibrado entre aprovechamiento del espacio y las necesidades expuestas para el proyecto autorizado, se analizan en esta Manifestación de Impacto Ambiental las actividades consistentes en:

- Armado de infraestructura y equipamiento.
- Instalaciones eléctricas conexión de tuberías, subterráneas.
- Operación y mantenimiento de la POI y de las instalaciones eléctricas e hidráulicas en general.
- Perforación y operación de dos pozos de aprovechamiento y un pozo de rechazo

De acuerdo con lo expuesto, se está en posibilidad de determinar que el proyecto instalación de una planta de osmosis inversa y dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo, que aquí se presenta es legalmente concordante y, en función del espacio aprovechable que utiliza y conforme a las características del sitio, es viable de desarrollar y operar.

#### **II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias**

Actualmente el espacio donde se pretende instalar la planta de osmosis inversa y los pozos, no implican desmonte alguno. La POI se instalará en la zona de servicios previamente autorizada en el proyecto S.G.P.A./DGIRA.DEI.3194.08, de fecha 3 de octubre de 2008, y su modificación. Los pozos se ubicarán hacia el suroeste del predio justo en la vialidad del mismo predio localizado en Prolongación Bonampak Lote RTH-7.

#### **II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.**

El proyecto consiste precisamente en que, a través de la POI, se cubran las

necesidades de consumo de agua del desarrollo previamente autorizado.

Por las dimensiones y características propias del proyecto, éste no requerirá de ninguna obra de urbanización, ya que el sitio donde se pretende instalar el módulo se encuentra totalmente equipado y urbanizado, este cuenta con la dotación de los servicios necesarios para su correcto funcionamiento, además la infraestructura del sitio pertenece a las obras autorizadas dentro del Plan Maestro de Playa Mujeres la cual cuenta con los siguientes servicios:

Vialidades. La vía de acceso principal al sitio del proyecto es por la carretera costera de Isla Mujeres, Zona Continental, así como la prolongación de la avenida Bonampak de la ciudad de Cancún.

Se puede llegar al proyecto a través de embarcaciones, por vía marítima y vía aérea utilizando el Aeropuerto Internacional de la ciudad de Cancún.

Agua potable. El suministro de agua potable se encuentra a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (C.A.P.A.). Sin embargo, para la operación de la planta de ósmosis inversa, se pretende la construcción de dos pozos de aprovechamiento que alimentará la POI mismo que deberá contar para su operación con el título de concesión la autorización de la CNA, cuyo caudal tratado será conducido mediante la red hidráulica del sitio.

Energía eléctrica. La dotación de energía eléctrica es factible y será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Drenaje sanitario. Las descargas de aguas servidas son de naturaleza doméstica y no industrial, estas se conducen hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con la que opera el Plan Maestro.

Recolección de basura. El proyecto se encuentra dotado de la infraestructura necesaria para la disposición de los residuos generados, los desechos generados se encuentran a cargo del servicio de recolección de basura municipal que existe en la zona. Se implementan las tareas de separación y reciclaje.

## **II.2 Características particulares del proyecto**

La Planta de Osmosis Inversa, (POI) marca Memco, modelo MSW-90X1077, se instalará dentro del área autorizada de 60 m<sup>2</sup>, dentro de la zona de servicios previamente autorizada para el proyecto de la POI y dentro del lote RTH 7. La planta tendrá una producción diaria de 700 m<sup>3</sup> al 40% de recuperación, se requieren 1,750 m<sup>3</sup>/d de agua de alimentación, y 1,050 m<sup>3</sup>/d de rechazo. Esta, producirá agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales menor a

500 mg/l, considerando una alimentación de agua salobre proveniente de pozo con una concentración máxima de 36,000 ppm de sólidos disueltos totales.

La propuesta técnica considera tuberías críticas en cabezales a la descarga de la bomba de alta presión y rechazo y para las partes húmedas de la bomba de alta presión.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

Componente	Cantidad
Número de módulos	Uno
Arreglo	(7:0)
Flujo de alimentación	320 gpm
Flujo de agua producto	128 gpm
Flujo de rechazo	192 gpm
GFD	9.4
Recuperación	40%
Concentración de SDT en agua de alimentación	<36,000 mg/l
Concentración de SDT en agua producto	<500.0 mg/l <sup>6</sup>
Presión de operación	820 psig
Temperatura del agua	25°C
PH agua alimentación	7.8
Turbidez máxima	1 NTU
Dosis de inhibidor de incrustaciones	2 mg/l

La ósmosis inversa es básicamente, no dejar pasar ciertas sustancias de un fluido a través de una membrana, es decir, que el paso del agua a través de las membranas retendrá las minerales e impurezas, obteniendo un gran aporte de calidad y bajo contenido salino.

El proceso comienza con la alimentación del agua salobre (320 gpm) con una concentración de sólidos disueltos totales de 36,000 mg/l hacia los filtros dual media.

---

<sup>6</sup> Es la calidad de agua que el equipo va a producir en el año 1 según la corrida del fabricante de las membranas sin embargo podemos garantizar que mientras el agua de alimentación sea de 36,000 ppm el equipo producirá agua que estará por debajo de los 350 ppm de sdt por al menos 3 años.

El agua pasa a través de los lechos filtrantes como arena y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro cuenta con un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa.

Una vez que el agua está filtrada y acondicionada pasa a través de la bomba de alta presión para alimentar al banco de membranas. Las membranas en cada módulo se encargan de reducir la salinidad del agua de 36,000 ppm hasta menos de 500 ppm produciendo un flujo de 128 gpm a una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación.

Los porcentajes de agua aprovechados y rechazados en un proceso de ósmosis inversa se calculan entre un 60%, esta agua de rechazo presentará una mayor concentración de sales, comparada con el agua de abastecimiento extraída debido al proceso de filtrado a través de las membranas.

Las unidades desaladoras están compuestas de un ensamblaje de dos patines, filtros duales media, un sistema de filtración de membrana en un paso, un sistema de limpieza de lavado y subsistema de tratamiento posterior, así como de varias piezas instrumentales para el control y monitoreo adecuado del funcionamiento.

### **Operación de la planta de ósmosis inversa.**

La planta de ósmosis marca **Memco** modelo MSW-90X1077, opera de la siguiente manera:

Planta potabilizadora-desaladora por osmosis inversa marca **Memco**, será alimentada con agua de mar de 36,000 p.p.m. de s.d.t. con capacidad de producción de 700 m<sup>3</sup> por día con calidad de agua producto según especificaciones de requerimientos del cliente para la aplicación de agua para proceso de elaboración de lodos de perforación, y cloruros de no más de 350 ppm durante por lo menos 3 años de operación.

La planta será diseñada para operar de manera automática con opción manual, estará integrada con sistema de pre-tratamiento de dos etapas a base de filtros multi media.

Para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras, se contará con tres filtros multi media de operación manual para la operación del módulo. Los tanques serán de la marca Structural y estarán fabricados en fibra de vidrio para evitar cualquier tipo de corrosión. Los medios filtrantes consistirán en arena, grava y antracita.

Cada filtro tendrá un diámetro de 63 pulgadas para un área de filtración de 21.6 ft<sup>2</sup> por filtro. En flujo normal el filtro estará en su ciclo de servicio operando a una tasa de filtración de 4.5 gpm/ft<sup>2</sup>.

Para realizar las secuencias de servicio, retrolavado y enjuague, cada filtro contará con un cuadro de cinco válvulas manuales de mariposa, fabricadas en su totalidad de PVC. Cada filtro contará con rompedor de vacío.

El módulo contará con un portafiltros de cartuchos tipo vertical fabricado en su totalidad de fibra de vidrio y polipropileno reforzado con capacidad de 12 elementos filtrantes. El portafiltros tiene una presión de operación de 100 psi y presión de diseño hasta de 600 psi.

El cartucho filtrante tendrá un grado de filtración de 1 micra y se fabrica en polipropileno extruido con un diámetro de 2.5 pulg. x 40 pulg. de largo. El cartucho es desechable con una duración aproximada de 30 días de operación continua.

El equipo de bombeo de alta presión consiste en una bomba centrífuga marca Fedco, con partes húmedas fabricadas en acero dúplex 2205, acoplada a un motor eléctrico de 150 HP.

El módulo contará con cuarenta y nueve membranas para agua de mar marca CSM o similar instaladas en siete recipientes de presión marca Protec. Las membranas tienen un área de filtración de 400 ft<sup>2</sup> con un rechazo de sales de 99.8%.

Cada recipiente de presión (portamembranas) albergará siete membranas y estará fabricado en fibra de vidrio (FRP) diseñado para trabajar a una presión de 1000 psi.

La planta contará con un monitor controlador de conductividad del permeado del sistema. Este sistema de monitoreo de control de conductividad será utilizado para enviar una señal a una válvula divertora motorizada para enviar el agua al rechazo en caso que el permeado no cumpla con la calidad requerida.

### **1. Pretratamiento**

El agua salada requiere de un pretratamiento y acondicionamiento químico para poder ser alimentada a las membranas desaladoras. Es de gran importancia el realizar un pretratamiento adecuado ya que de lo contrario las membranas sufrirían taponamientos e incrustaciones constantes incrementando la frecuencia de limpiezas y reduciendo la vida útil de las mismas.

El pretratamiento consta de los siguientes equipos:

- a) Tres filtros multimedia de operación manual
- b) Dosificación de inhibidor de incrustaciones
- c) Un filtro pulidor de cartuchos.

### 1.1 Filtro Multi-media

El proceso comienza con la alimentación del agua de mar (gpm) por modulo con una concentración de sólidos disueltos totales de 36,000 ppm hacia los filtros dual media.

El agua pasa a través de los lechos filtrantes como arena y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro cuenta con un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa las cuales se posicionan de la siguiente manera: servicio, retrolavado y enjuague

En la etapa de *servicio* el agua se alimenta por la parte superior por medio de un distribuidor interno pasando por los lechos filtrantes. El agua filtrada se recolecta en el fondo del filtro por medio de un colector interno y pasa a la siguiente etapa de filtración fina (filtro pulidor de cartuchos). Dependiendo de la suciedad del agua, el filtro permanece en la posición de servicio durante horas o hasta que el lecho filtrante se encuentre lo suficientemente sucio para ser retrolavado.

La etapa de *retrolavado* deberá ser realizada cuando el filtro haya atrapado una alta cantidad de sólidos provocando una caída de presión alta superior a las 15 psi. Dicha caída de presión deberá ser detectada por el operador para que inicie la etapa de retrolavado en forma manual. El retrolavado consiste en pasar agua salada a contra corriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro. El agua sucia se descarga a la línea de drenaje. La duración del retrolavado es normalmente de 20 a 30 minutos.

Una vez finalizado el retrolavado, el filtro deberá posicionarse en la etapa de *enjuague* en forma manual. El enjuague consiste en retirar el remanente de agua sucia que queda dentro del filtro después de un retrolavado. Al posicionar las válvulas en la etapa de enjuague, el agua pasa por la parte superior del filtro, pasa por el lecho filtrante y se recolecta en el fondo por medio del colector como si estuviera en servicio. La única diferencia es que el agua de enjuague en lugar de irse hacia la planta de ósmosis se descarga a la línea de drenaje. El enjuague toma alrededor de 10 a 15 minutos.

### 1.2 Filtro pulidor de cartuchos

El agua una vez filtrada por los filtros dual media, pasará a través del filtro pulidor de cartuchos para remover los sólidos en suspensión mayores a una micra.

El filtro está fabricado de fibra de vidrio reforzada FRP/ polipropileno para resistir cualquier tipo de corrosión debido al agua salada. En el interior del filtro se encuentra el medio filtrante el cual consiste de doce cartuchos cilíndricos de 40 pulgadas de longitud desechables fabricados de polipropileno extruido.

El cartucho tiene un grado de filtración de una micra y se deberá reemplazar por uno nuevo cuando la caída de presión sea mayor a 12 psi o cada 30 días de uso.

### 1.3 Dosificador de inhibidor de incrustaciones

Para evitar cualquier tipo de incrustación inorgánica debido a la alta dureza del agua de mar, la planta contará con un dosificador de inhibidor de incrustaciones.

Los químicos se inyectarán en la línea de alimentación previa al filtro de cartuchos. La dosificación requerida para mantener las membranas libres de incrustaciones es de 3 a 5 ppm.

El equipo consta de una bomba dosificadora de diafragma de desplazamiento positivo la cual se puede regular tanto la abertura del diafragma como la frecuencia de pulsaciones. El inhibidor se preparará en un tanque de polietileno de alta densidad con capacidad de 200 lt .

### 2.0 Desalinización

Una vez que el agua está filtrada y acondicionada pasa a través de la bomba de alta presión para alimentar al banco de membranas. El equipo de bombeo consta de una bomba centrífuga marca Fedco acoplada a un motor de 150 HP.

El banco de membranas consistirá de cuarenta y nueve elementos de 8" de diámetro x 40" de longitud marca CSM o similar distribuidos en siete recipientes en un arreglo 7:0

Las membranas en cada módulo se encargarán de reducir la salinidad del agua de 36,000 ppm hasta menos de 500 ppm produciendo un flujo de 128 gpm a una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación. A esta razón de flujo de permeado (producto), las membranas estarán trabajando a un flux de 9.4 gal /día ft<sup>2</sup>.

### 3.0 Unidad de Limpieza de Membranas (CIP)

La planta contará con una unidad para realizar limpiezas químicas a las membranas de los tres módulos incluyendo el módulo que tienen operando actualmente. La unidad CIP consta de un tanque con fondo cónico de 1,300 lt y una bomba centrífuga horizontal.

Las membranas requerirán de limpieza cada vez que el flujo de permeado disminuya en un 15% y/o la presión de alimentación haya aumentado un 15% para mantener el flujo de permeado de diseño.

En el tanque del CIP se preparará la solución de limpieza con detergentes alcalinos ó ácidos (dependiendo del tipo de taponamiento / incrustación) y se bombeará al banco de membranas por medio de una bomba centrífuga. La solución se recirculará por espacio de 30 a 45 minutos. Después de la limpieza, se enjuagan las membranas y la planta se posiciona de nuevo en servicio.

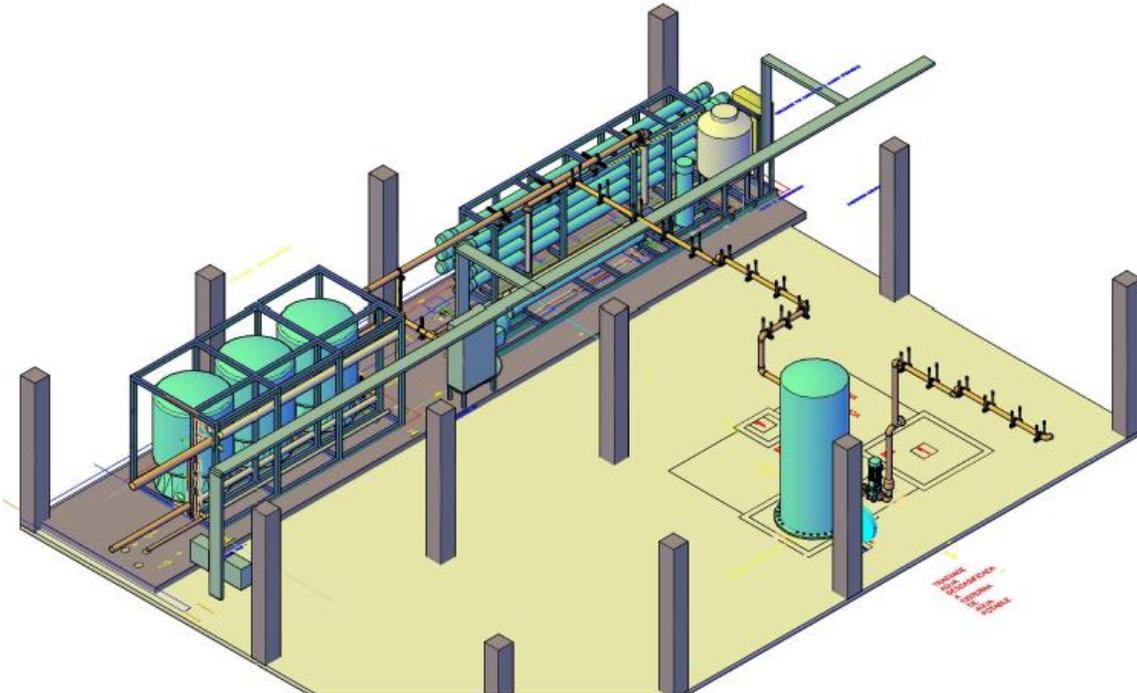
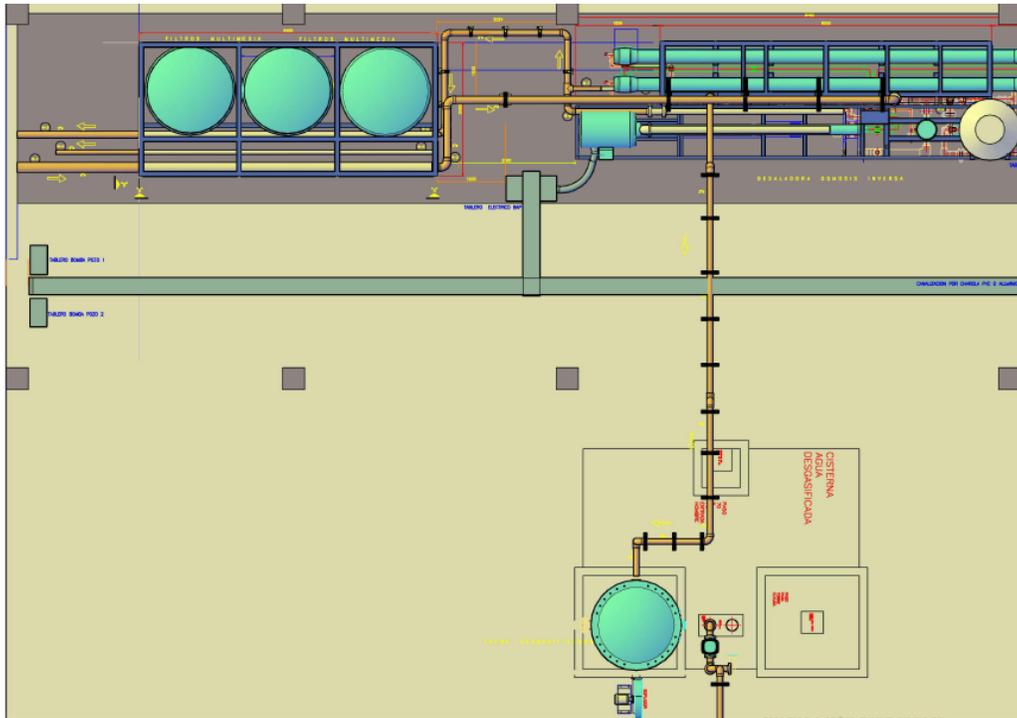
La unidad CIP estará instalada para dar mantenimiento a las membranas y también se utilizará para realizar los enjuagues con agua de permeado cada vez que el equipo salga de operación. Este enjuague ayudará a desalojar el agua salada dentro del banco de membranas y así prevenir una post-precipitación de sales. El enjuague estará programado en el tablero de control y se realizará automáticamente.

### 4.0 Sistema de Desgasificación o Sistema de Filtración por medio de KDF para remoción del ácido sulfhídrico en agua de permeado.

La planta contará con una torre desgasificadora o sistema de filtración tipo KDF para la eliminación del ácido sulfhídrico presente en el agua de permeado, adicionalmente se contará con una dosificadora de Hipoclorito de Sodio o alimentador de tabletas para neutralizar el ácido sulfhídrico residual.

La planta contará con gabinetes y registros de control y fuerza serán NEMA 12, de la marca Hoffman. Los gabinetes contarán con alarmas audibles y visibles, así como selectores manuales para la operación automática/manual de la planta.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II



Esquema de planta tipo y diagrama general del proceso de desalinización por ósmosis.

### **Características principales de los pozos.**

Los dos pozos de aprovechamiento contarán cada uno, con un gasto de 16 litros por segundo, tendrá un aprovechamiento anual de 508,000 m<sup>3</sup>. Está equipado con medidor totalizador para su fiscalización.

El pozo de rechazo contará anualmente con un volumen de 916 m<sup>3</sup>/día (330,086 m<sup>3</sup>/año). Está equipado con medidor totalizador para su fiscalización.

En lo referente a las características constructivas de los pozos. Éstas serán concordantes con las especificaciones técnicas de la NOM-003-CNA-19967, al término del pozo se deja reposar por un lapso de 24 horas para tomar las muestras de agua y hacer un análisis físico-químico cada 5 metros, terminando los análisis físico-químicos se procede a realizar el registro eléctrico para detectar la conductividad en el pozo, una vez recolectadas las muestras pétreas a cada metro perforado se les serán entregadas a la comisión nacional del agua para su valoración y dictamen una vez tomadas las muestras se introducirá la barrena al fondo del pozo para desinfectar con cloro y sifoneo del pozo como lo marca la norma, este mismo proceso se realiza para el pozo de rechazo de 40 m. tal como se describe a continuación.

#### **a) Perforación de Pozos.**

Dos (2) pozos de aprovechamiento. Perforación del pozo a un diámetro de 300 mm de diámetro utilizando maquina rotatoria con barreno tricónico puntas de diamante hasta los 25 m de profundidad.

Suministro y colocación de tubo de PVC contrademé de 14" de diámetro.

Suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC de 10" de diámetro para ademar el pozo.

Análisis fisicoquímico cada 5 m, de profundidad para presentación ante la CNA según NOM. 003 CNA.

Registro eléctrico para presentación ante la CNA según NOM- 003 CNA.

Un (1) pozo para la descarga (rechazo) de la planta desaladora lo cual incluye:

Perforación de pozo a un diámetro de 300 mm de diámetro utilizando máquina rotatoria con barreno tricónico puntas de diamante hasta los 40m, de profundidad.

---

<sup>7</sup> NOM-003-CNA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

Suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC de 10'' de diámetro para ademar el pozo.

#### B) Equipamiento de Pozos.

Se incluye el siguiente alcance para el equipamiento de los pozos:

Instalación de bombas sumergible marca GRUNDFOS para un gasto de 260 gpm con motor eléctrico de 20 Hp 440 Vca 60 Hz 3 f, fabricada en su totalidad en Acero Inoxidable Tipo 904L para agua de mar que incluye:

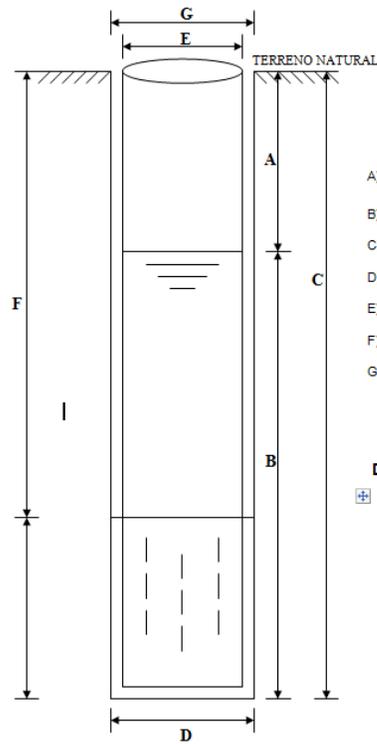
Tubería de montaje en pozo en 3" Pvc Ced. 80, válvula de corte, válvula check, cable de sujeción, válvula de muestreo y tablero de Nema 4x con desconectador para mantenimiento.

Instalación de sistema integral para monitoreo y transmisión de conductividad eléctrica de agua SIMTCA-H de pozo de captación que incluye: Comunicación GPRS protocolo TCP, medidor de calidad, data logger para almacenamiento de datos, memoria no volátil de 4 Gb, sistema de telemetría con servicio de comunicación y entrega de datos bajo reglas operativas de la COMISION NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). Todo el sistema viene montado en gabinete IP66 para intemperie, incluye calibración y programación.

Instalación de Sistema para monitoreo y transmisión de flujo de agua con totalizador M5000 para pozos de captación y el de rechazo que incluye: 2 Medidores de flujo de 4.0". Para pozos de aprovechamiento y 1 medidor de flujo de 3" para pozo de rechazo. Almacenamiento de datos, cumple con la normativa para medidores que especifica la COMISION NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA). Todo el sistema viene montado en gabinete IP66 para intemperie, incluye calibración y programación.

Los pozos mantienen el siguiente diseño:

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
 PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II



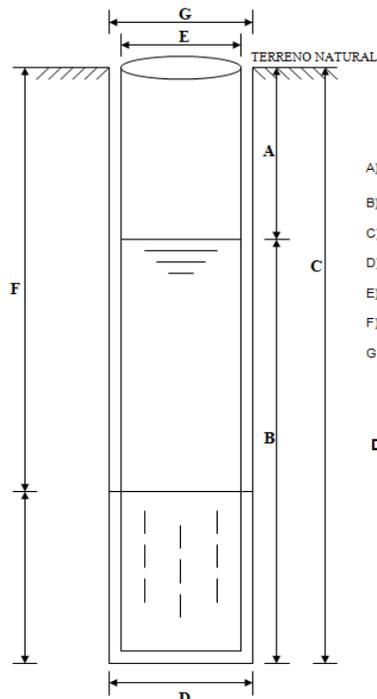
**DATOS DEL POZO**

A) PROFUNDIDAD AL AGUA	1 MTS
B) PROFUNDIDAD DEL AGUA	24 MTS
C) PROFUNDIDAD TOTAL	25 MTS
D) DIAMETRO DE PERF.	14"
E) DIAMETRO DEL ADEME	10"
F) PROF. DE CONTRAADEME	16 MTS
G) DIAMETRO DE CONTRAADEME	12"

**DATOS DEL EQUIPO DE BOMBEO**

TIPO DE BOMBA	SUMERGIBLE
TIPO DE MOTOR	SUMERGIBLE
POTENCIA	20 HP
DIAMETRO DE SUCCION	N/A
DIAMETRO DE DESCARGA	4"
SUPERFICIE REGADA	N/A
TIPO DE CULTIVO	N/A
NÚM. CABEZAS GANADO	N/A
	OSMOSIS

**Croquis, Pozos de aprovechamiento**



**DATOS DEL POZO**

A) PROFUNDIDAD AL AGUA	1 MTS
B) PROFUNDIDAD DEL AGUA	79 MTS
C) PROFUNDIDAD TOTAL	10 MTS
D) DIAMETRO DE PERF.	16"
E) DIAMETRO DEL ADEME	10"
F) PROF. DE CONTRAADEME	16 MTS
G) DIAMETRO DE CONTRAADEME	14"

**DATOS DEL EQUIPO DE BOMBEO**

TIPO DE BOMBA	N/A
TIPO DE MOTOR	N/A
POTENCIA	N/A
DIAMETRO DE SUCCION	N/A
DIAMETRO DE DESCARGA	N/A
SUPERFICIE REGADA	N/A
TIPO DE CULTIVO	N/A
NÚM. CABEZAS GANADO	N/A
	OSMOSIS

**Croquis, Pozo de rechazo**

### **Medidas normativas para la prevención de la contaminación del acuífero.**

De acuerdo con el procedimiento de perforación especificado por la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996 la representada, a efecto de contar con las autorizaciones y título de concesión otorgados por la Comisión Nacional del Agua, procedió bajo las siguientes referencias:

1. Previo a la perforación, la herramienta y tubería se deben desinfectar aplicando proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante removiendo antes grasas, aceites, necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.
2. Los fluidos de perforación como el agua estarán libres de sustancias que degraden las características químicas del agua subterránea.
3. El agua debe estar libre de patógenos y poseer un pH entre 6 y 10, lo antes para que no inhiban las propiedades del fluido y no degraden el agua del subsuelo.
4. Una vez concluidos los trabajos de perforación de los pozos, se deben de retirar los residuos de lodo y materiales de construcción.
5. Una vez abierto, se efectuará un monitoreo de calidad de agua del pozo, para determinar el pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales. Este procedimiento deberá de realizarse cada tres años o de acuerdo con las especificaciones de la concesión.
6. Para evitar la contaminación del agua del pozo el aprovechamiento hidráulico subterráneo contará con protección sanitaria, esto es, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación, por lo que aplicará proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/l como mínimo, para evitar cualquier riesgo de contaminación, seguido de la colocación del sello en el espacio anular que queda entre el ademe y la perforación de 14" se construirá un contra ademe para evitar la infiltración de agua superficial que pudiera estar contaminada. Esta estructura sobresaldrá 0.50 M del terreno natural.

### **Tipo y dimensiones del brocal.**

En cuanto a la forma exterior del brocal, ésta corresponde a un prisma cuadrangular cuyos lados tienen una longitud igual al diámetro total superficial de

la perforación, con una altura media de 0.95 m a partir del nivel del terreno natural o sobre elevado.

La forma exterior de las losas es cuadrada, teniendo una longitud mínima por lado de 3 (tres) veces el diámetro total de la perforación. El espesor total de la losa es de 0.15 m aproximadamente.

Para evitar la contaminación del pozo se colocaron contra ademes para evitar la infiltración de agua superficial o agua contaminada contenida en el subsuelo hacia el interior del pozo.

Previo a la dotación de agua a la red de alimentación de la Planta de Ósmosis Inversa el pozo será desinfectado ya que el agua se destinará al consumo humano. Para ello, deberá aplicarse el desinfectante necesario para que la concentración de cloro en el agua contenida en el pozo sea de 200 mg/l como mínimo. El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.

Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará el agua del pozo para lograr una buena mezcla y se inducirá el contacto de la mezcla agua-desinfectante con las paredes del ademe, rejilla, filtro y formación del acuífero.

Posteriormente, se debe circular la mezcla dentro del ademe con la columna de bombeo, y luego extraerla mediante bombeo. Después de que el pozo haya sido desinfectado, deberá de ser bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante utilizado. Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará y se recirculará el agua del pozo para lograr una buena mezcla e inducir el contacto con las paredes del ademe, rejilla, filtro granular y formación de acuífero. Luego se dejará reposar la mezcla agua-desinfectante en el interior del pozo durante al menos 12 hr., pero no más de 24 hr.

Lo antes descrito, en relación a los dos pozos de aprovechamiento y el de rechazo para servicio doméstico se establece en un umbral de impacto regulado ya que será la Comisión Nacional del Agua, la instancia que determinará en la concesión, los límites y condiciones del aprovechamiento garantizando con su valoración el aprovechamiento sustentable del acuífero y dictando, de acuerdo a los procedimientos que regulan este bien nacional, los pagos por el servicio.

Los pozos de extracción se ajustan, de acuerdo a las descripciones anteriores, a las especificaciones normativas y su realización se basa en la Norma Oficial Mexicana específica para el caso.

### II.2.1 Programa general de trabajo

Así, de acuerdo a lo antes expuesto, se considera que, por las actividades, dimensiones y alcances que implican el proyecto se espera su instalación y perforación en un lapso de un mes y operarla en 99 años.

ACTIVIDADES	SEMANAS				Años
	1	2	3	4	99
Perforación de pozos	■				
Adecuación del espacio	■				
Armado e Instalación de la POI	■	■			
Instalación del sistema eléctrico		■	■		
Instalación del sistema hidráulico			■		
Afinado de detalles				■	
Equipamiento			■		
Ajuste de los sistemas eléctrico e hidráulico			■	■	
Pruebas de funcionamiento				■	
Mantenimiento					■

### II.2.2 Preparación del sitio.

Las actividades preliminares para el ensamble de la POI, comprende la delimitación del área para no obstaculizar equipos en operación y las tareas del área de servicios, se propone señalar la zona con la finalidad de mantener informados a los empleados y así prevenir accidentes. Para la instalación de la POI se contratará a una empresa especializada, la cual requiere del espacio suficiente para realizar maniobras y mantener los accesos principales y cercanos a la zona de trabajo libres de residuos, herramientas, materiales y equipo que dificulten el buen desempeño.

Las acciones principales son las siguientes:

- Se delimitarán el espacio de trabajo y accesos.
- Se cuidará no afectar las tareas del proyecto en proceso de operación.
- Las áreas de trabajo serán señalizadas adecuadamente.
- Se informará a los empleados sobre los trabajos existentes, permitiendo continuar con las actividades diarias.
- Se adaptará el área para mantener el equipo, materiales y herramientas en los sitios indicados.
- La superficie donde se realizarán las actividades corresponderá exclusivamente a aquéllas sobre las que el proyecto considera el establecimiento de sus elementos (acceso e instalaciones).

- A la empresa contratada se le especificará la zona de trabajo y el reglamento interno de la empresa, así como horarios y el funcionamiento del área donde se pretende instalar la POI.

### II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales

Derivado de las actividades que implica el proyecto, estas no requerirán de obras provisionales, como se indicó en los apartados anteriores este consiste en la instalación de una POI, la cual no pretende ni requiere de infraestructura temporal.

Como dato adicional se asevera que esta será ensamblada dentro del área de servicios del proyecto. La delimitación del espacio se llevará a cabo mediante cintas plásticas y la colocación de señalamientos, con el objeto de informar y prevenir a los usuarios (empleados del proyecto y personal a cargo de la empresa contratada) del área, éstas serán retiradas una vez terminados los trabajos.

Sin embargo, el proyecto autorizado en materia de impacto ambiental mediante el oficio S.G.P.A./DGIRA.DEI.3194.08 y su modificación SGPA/DGIRA/DG-02857 donde se pretende instalar la POI, corresponde a la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario y hotel boutique, cuenta con los siguientes elementos:

**Casetas y área de mantenimiento:** El lote denominado RTH 7, cuenta con áreas de acceso, que se encuentran en proceso de operación actualmente y sitios de mantenimiento, identificados como cuartos servicios y bodega. Sin embargo, esta infraestructura no se considera como provisional debido a que esta área se encuentra en proceso de operación y mantenimiento.

**Instalaciones sanitarias:** Se cuenta con sanitarios conectados a la red del proyecto, estos se ubican en distintas áreas del proyecto, ya que cada área cuenta con los servicios necesarios para su correcto funcionamiento. El sitio donde se pretenden desarrollar las actividades descritas cuenta con baños, mismo que será utilizado por parte del personal a cargo de trabajos que genera la instalación de la POI.

**Materiales:** Los materiales y equipos empleados serán adquiridos como parte de los servicios contratados por la empresa que llevará a cabo la instalación del aditamento indicado, sin embargo, todo aquel material empleado en las actividades del proyecto provendrá de establecimientos autorizados.

**Sitios para la disposición de residuos:** Para la ejecución de los trabajos se destinará un sitio específico para la disposición y el almacenamiento de los residuos sólidos que se generen durante el proceso de inserción de la POI. Sin embargo y por las características del proyecto donde se pretende albergar el dispositivo, se contará con contenedores de basura dispuestos en el sitio, se llevan a cabo tareas de reciclaje y separación de residuos, situación apoyada por parte del personal del sitio, a través de las señalizaciones existentes y las juntas

de trabajo en la cuales mediante pláticas se mantiene a los trabajadores informados acerca del correcto funcionamiento del proyecto.

### **II.2.3 Etapa constructiva y requerimiento de personal e insumos**

La actividad propiamente se define como ensambles e instalación, que para el caso que nos ocupa se trata de una Planta de Osmosis Inversa la cual consiste en el establecimiento del equipo necesario para atender las necesidades de consumo de agua propias del proyecto existente en el lote RTH 7 en su fases I y II.

Lo cual indica que no se requiere de tareas constructivas que impliquen maquinaria pesada o cimentaciones.

La instalación del proyecto solo implicaría el acomodo y traslado del equipo al sitio destinado para su establecimiento, así como la planeación del cableado y colocación de los sistemas eléctricos e hidráulicos.

Armado e Instalación de la POI: Consiste en colocación del equipo en el espacio establecido, con la finalidad de ensamblar el dispositivo de acuerdo a los manuales de armado, por parte de la empresa contratada, para el caso previamente se deberá contar con los materiales y herramienta necesaria para su ejecución.

El sistema eléctrico contempla el correcto diseño, adquisición de los insumos adecuados y colocación del material necesario, sin generar irrupciones en el funcionamiento de las tareas diarias, este suministro estará a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. Esta instalación consiste en la colocación del cableado eléctrico para permitir que la bomba de extracción de agua de abastecimiento trabaje eficazmente, para lo cual se habilitarán la toma, conexiones y suministros de energía.

El sistema hidráulico: Esta comprende la colocación de tuberías y conexiones hidráulicas que ejecuten los procesos de abastecimiento y descarga del agua, para lo cual la toma de agua potable, según las necesidades de las tareas planteadas, se alimentará la red de distribución interna del proyecto.

Afinado de detalles: Una vez instalada la POI, se procederá a ejecutar las pruebas preliminares con el objeto de perfeccionar el funcionamiento y corregir fallas futuras, se corregirá el acomodo y ensamble de piezas.

Ajuste de sistemas: Instalado el cableado, tuberías y la bomba de extracción se procederá a llevar a cabo pruebas de arranque y efectuar los arreglos necesarios para evitar fugas, derrames o en su caso escurrimientos, de igual forma se comprobará el correcto funcionamiento de los mismos.

Pruebas de operación: Terminados los ajustes al dispositivo se efectuarán las pruebas finales, las cuales corregirán toda clase de errores para lograr un funcionamiento óptimo y así familiarizar a los operarios de POI, instruirlos, darles

las recomendaciones necesarias, y evitar percances en la operación de la misma. También se aprovechará verificar la calidad del agua mediante pruebas de laboratorio.

Manejo de maquinaria y equipo: Para la ejecución de los trabajos solo se empleará de equipo y herramienta que en su mayoría estará a cargo de la empresa contratada.

TV, voz y datos: los servicios están disponibles en el sitio. El plan maestro únicamente provee la infraestructura para el cableado subterráneo.

Durante las actividades preliminares y la instalación del dispositivo (el proyecto), se generarán residuos sólidos, líquidos y peligrosos de baja escala ya que las tareas no implican cimentaciones u obras constructivas que pudieran representar, eventualmente, riesgos potenciales de contaminación al espacio donde se pretende colocar la POI, aún ante la fortuita ocurrencia de malos manejos. Sin embargo y con el fin de llevar al mínimo los riesgos anteriores, se contempla la instrucción al personal contratado sobre el reglamento interno del proyecto y la utilización de las instalaciones, también se apoyará mediante señalizaciones y la supervisión directa de las tareas. Como se indicó en los apartados anteriores el área de servicios donde se llevarán a cabo los trabajos.

La generación de empleo es hoy el desafío más apremiante de la región; no solo porque el empleo representa la base de una vida digna y la fuente principal de ingresos para nuestra población. También porque el desempleo y la pobreza son amenazas latentes para nuestras comunidades que determinan la movilidad y flujo de habitantes de una población a otra.

En el caso que nos ocupa, el proyecto pretende generar una base de empleos temporales y permanentes, los cuales estarán variando a razón del avance en el frente de construcción de los pozos, así como de instalación de la POI que implican flujo de capitales de desarrollo y requerimientos de proyecto en sí.

La estimación de empleos a generar es la siguiente:

EMPLEOS DIRECTOS E INDIRECTOS			
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN			
PERFORACIÓN POZOS	2	ESPECIALISTA	TEMPORAL
	2	TECNICO	TEMPORAL
INSTALACIÓN EQUIPOS	2	AUXILIAR	TEMPORAL
	1	GERENTE	TEMPORAL
	1	OPERARIO	TEMPORAL
	20	AYUDANTES	TEMPORAL
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			

OPERARIOS	1	ESPECIALISTA	PERMANENTE
	2	TECNICO	PERMANENTE
	1	SUPERVISOR	PERMANENTE
	1	VIGILANCIA	PERMANENTE
	2	ADMINISTRATIVO	PERMANENTE
	2	ENCARGADO DE MANTENIMIENTO	PERMANENTE
	5	AYUDANTE	PERMANENTE

De acuerdo con lo anterior, se tiene que el proyecto considera generar con el desarrollo del proyecto un aproximado de **42 empleos** directos e indirectos, entre temporales y permanentes.

#### **II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento.**

Durante la etapa de operación y mantenimiento se aplicarán los controles necesarios por parte del personal a cargo, los cuales consistirán en mantenimientos periódicos y regulados de carácter preventivo y correctivo, así como reparaciones habituales que se llevarán a cabo con el apoyo del personal técnico especializado.

Durante esta fase imperarán criterios precautorios que permitan mantener el dispositivo funcionando correctamente evitando afectaciones al sistema ambiental, los operarios deberán ser instruidos e informados sobre todas aquellas adecuaciones hechas al equipo, contando de manera previa con capacitación y familiarizándose a través de manuales e instructivos de uso. Las acciones deberán estar encaminadas en la atención a los siguientes aspectos:

- Se deberá poner especial atención al funcionamiento de la bomba de extracción
- Deberán supervisarse las instalaciones eléctricas e hidráulicas de la POI.
- Monitorear la calidad del agua de abastecimiento y de descarga.
- Detectar cualquier tipo de falla.
- Realizar los cambios de membranas y favorecer los mantenimientos periódicos al dispositivo en general.
- Se verificará el funcionamiento adecuado de la planta de tratamiento de osmosis. Su operación se ceñirá a las disposiciones sanitarias y a las regulaciones que imponga la CNA en el título de concesión correspondiente.
- Se implementará un programa de monitoreo de calidad del agua.

#### **II.2.4 Etapa de abandono del sitio**

El proyecto no considera esta fase dada las características permanentes del proyecto al cual se le atenderán las necesidades de consumo del agua. En principio, el dispositivo no debe de ser abandonado en los próximos 99 años.

### **II.2.5 Utilización de explosivos**

Para la realización de este proyecto no se requieren explosivos.

### **II.2.6 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.**

Dada la naturaleza de la actuación se considera a corto plazo y en cantidades mínimas la generación de residuos y emisiones son despreciables.

Sólidos. Durante las actividades del proyecto, se generarán residuos los que se definen como los sobrantes de las actividades, como cables, alambres, molduras de pvc y desperdicios del material empleado en la instalación de los sistemas eléctrico e hidráulico.

No se generarán residuos por la estancia de los trabajadores en los espacios donde se llevarán a cabo las tareas. El hotel cuenta con botes de basura dispuestos en todo el proyecto, los cuales se encuentran señalizados y se ejecutan como parte de las tareas la separación y el reciclaje de los mismos, las actividades de la POI se sumarán al esfuerzo.

Líquidos. Los líquidos corresponden a los generados por los trabajadores que, al contar con los baños conectados al servicio de drenaje y tratamiento de aguas servidas, del proyecto, las aguas residuales son dirigidas por la red sanitaria hacia la planta de tratamiento con la que cuenta Playa Mujeres.

Peligrosos: por el tipo de proyecto no se generan residuos peligrosos.

Emisiones a la atmósfera: Los niveles de ruido generados por la maquinaria utilizada y las actividades serán temporales a muy corto plazo y de baja intensidad, no rebasarán los límites máximos establecidos en norma, y ocurrirán en horas laborables. La regulación del ruido es de carácter municipal por lo que será esta instancia la responsable de las verificaciones pertinentes.

Por otra parte, se producirán a baja escala emisiones producto de la combustión interna que ocurre por la maquinaria y equipos. Además, se espera la dispersión atmosférica de polvos y finos a muy baja escala.

Para minimizar estos impactos se exigirá maquinaria en óptimas condiciones y dotada de silenciadores. Se realizarán en horas de labor, es decir de 9 a 17 horas No se realizará trabajo nocturno.

La combustión de los motores produce gases cuya concentración se relaciona con la condición mecánica y de mantenimiento en que la máquina se encuentre. Por ello se exigirán motores afinados y bajo manutención. Los gases serán dispersados por la atmósfera y la regulación o verificación se basará en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al caso. En cuanto a los polvos fugitivos

estos serán minimizados, humedeciendo las áreas de trabajo y ejecutando labores inmediatas.

### **Operación y mantenimiento**

Por la naturaleza del proyecto, no se prevé que se generen residuos sólidos, líquidos o peligrosos en la operación de la Planta de Osmosis Inversa, tampoco generará contaminación atmosférica debido a que funciona mediante sistemas eléctricos.

Si acaso se generará aguas de rechazo con concentraciones de sales, iones y sólidos que se producen mediante el proceso del filtrado, esta agua será descargada de manera directa al pozo de rechazo eliminando los residuos excedentes generados y que no resultan peligrosos o contaminantes.

Las emisiones de ruido producidas por la POI serán mínimas, debido a que será operada mediante equipos eléctricos.

### **II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.**

El proyecto en su fase de operación cuenta con la infraestructura necesaria para el manejo y disposición de éstos, el, proyecto ha fomentado a su personal trabajar bajo esquemas de reutilización, reciclaje e implementación de la separación de residuos, en pro del medio ambiente, situación que se contemplará, para el caso del osmosis inversa. Los residuos sólidos son depositados en los contenedores distribuidos en todo el proyecto, los cuales abarcan estratégicamente todas las áreas, cada depósito cuenta con letreros de los residuos que pueden ser depositados en ellos, para posteriormente ser entregados al centro de reciclaje, aquellos que por sus características no sean recibidos son entregados al servicio de limpia municipal. El agua residual es dirigida a la planta de tratamiento del plan maestro playa mujeres para su mejoramiento y descarga final.

La POI sólo generará sales remanentes mismas que serán enviadas a un pozo de rechazo.

De lo anterior se considera que, por las características planteadas para la Planta de Osmosis Inversa, por su ubicación, dimensiones, sistemas de ensamble y atributos comunes de operación, no representa riesgos al ambiente ni afectaciones potenciales a la salud humana.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE USO DEL SUELO.

El presente proyecto que se vincula corresponde a una planta de ósmosis que se plantea instalar y operar para el consumo del proyecto ubicado en el lote RTH 7 (Fase I y II), que cuenta con los siguientes:

1. El oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DEI.3194.08, mediante el que se evaluó y autorizó el proyecto **Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres**, indica que el impacto sobre el suelo en el que se pretende instalar la planta de ósmosis se encuentra regulado ya que corresponde al área autorizada para servicios.
2. Que el 3 de mayo de 2013, se notificó el oficio SGPA/DGIRA/DG/02857 de fecha 2 de mayo de 2013, mediante el cual autorizaron modificaciones referentes a la redistribución de unidades y superficies de las obras y actividades correspondientes al proyecto Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres ubicado en el RTH7 dentro del desarrollo Plan Maestro Playa Mujeres
3. Que el 10 de febrero de 2015, se notificó a la promovente el oficio 04/SGA/0173/15 0641 de fecha 30 de enero de 2015, mediante el cual la Delegación Federal en Quintana Roo, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales autorizó de manera condicionada el proyecto "PLANTA DE OSMOSIS EN EL LOTE RTH-7".
4. La nueva planta de ósmosis y los pozos requieren de autorización en materia del impacto ambiental para instalación y operación, misma que preverá el consumo del proyecto que se encuentra en el lote RTH 7 en su fase II del proyecto previamente autorizado, *en el desarrollo "Playa Mujeres"*.

Por su ubicación característica y alcances, se presenta a la SEMARNAT conforme a los siguientes; Artículo 28 fracción I de la LGEEPA y Artículo 5 inciso A) fracción XII de la LGEEPA; así como por lo indicado en los ordenamientos jurídicos aplicables como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Isla Mujeres (POEL-IM) y Normas Oficiales Mexicanas.

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 28 de enero de 1988.**

*"ARTICULO 28.-La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las*

siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

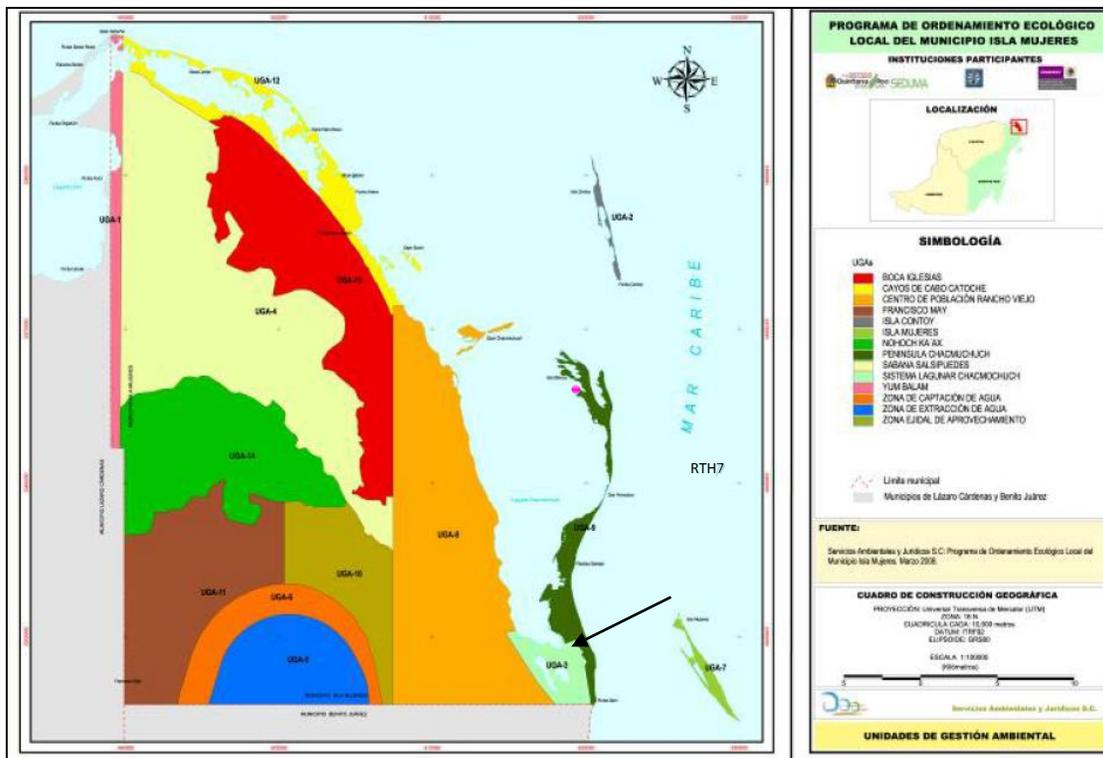
I.-Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.

- **Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 30 de mayo de 2000.**

“Artículo 5, Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: A) Hidráulicas; Fracción XII.-Plantas desaladoras;

- **Programa de Ordenamiento Ecológico local del municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, de fecha 09 de abril del 2008.**

La localización geográfica se muestra, en plano oficial del POELIM, a continuación:



Se indica en el mapa anterior la localización del lote RTH 7, del proyecto autorizado y dentro del que se pretende la planta de ósmosis y los pozos, en el contexto de la UGA 9.

La UGA 9 tiene una política de Aprovechamiento sustentable al cual el instrumento indica que se refiere a la política de aprovechamiento sustentable en los centros de población, dicha sustentabilidad es vinculante y deriva del concepto de desarrollo sustentable que se define como: “El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundan en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto que se somete a evaluación le corresponde la aplicación de los siguientes Criterios de ordenamiento:

Programa de Ordenamiento Ecológico local del municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

Las políticas de uso se presentan a continuación:

UGA	Nombre de la UGA	Política de Ordenamiento Ecológico	Uso del Suelo Predominante	Porcentaje Máximo de Desmonte.
9	Península de Chacmunchuch	Aprovechamiento sustentable	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmunchuch	PDU*

\* La instalación de la Planta de ósmosis inversa y la perforación de pozos que nos ocupan no implican desmonte alguno.

Se indica, adicionalmente que la Política de aprovechamiento sustentable tiene los siguientes lineamientos:

1. Proteger los ecosistemas de manglar.
2. Las áreas de conservación con vegetación de duna costera están integradas a los desarrollos turísticos y residenciales.
3. Se mantiene el acceso y la calidad sanitaria actual de las playas.
4. Se mantiene la calidad actual del agua en los cuerpos de agua colindantes.
5. No existe contaminación por residuos sólidos.
6. En el sector de La Angostura sólo se permite la construcción de vialidades que no interrumpan el flujo hidrológico entre el mar y la laguna

Los criterios de regulación ecológica aplicables para el sector 3, que es Playa Mujeres, son los siguientes:

<b>CRITERIOS APLICABLES (Clave U9)</b>		
<b>PLAYAS Y PAISAJE</b>	<b>AGUA</b>	<b>DUNAS Y MANGLAR</b>
1,2,3,4,5,8,9,10, 11	17,18,19,21,22,23,24,25	26,27,28,29,31,32

Siendo que la ampliación solicitada corresponde exclusivamente a la utilización del agua se procede a la vinculación correspondiente:

<b>CRITERIO</b>	<b>TEXTO</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
U9-17	Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, plazas comerciales, clubes y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, reciclaje y disposición final de las aguas residuales, para satisfacer las condiciones particulares de descarga que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables.	Se aclara que se trata de una planta potabilizadora de agua para consumo condominal hotelero, las aguas de rechazo por proceso de ósmosis corresponden a salmuera, mismas que serán enviadas a pozo profundo de acuerdo con las condiciones particulares de descarga, las obras y actividades que se pretenden acatan lo indicado en la Norma Oficial Mexicana de referencia que, para el caso es la NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
U9-18	Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios oficinas, comercios, casas particulares y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables, de acuerdo a sus volúmenes de descarga.	La Planta potabilizadora de agua corresponde a un proceso de ósmosis inversa que generará como agua de rechazo con mayor cantidad de sales, que es el efluente del proceso, no corresponde a "aguas residuales municipales". La disposición final de la salmuera se realizará a pozo profundo de acuerdo con las condiciones particulares de descarga que determine la Comisión Nacional del Agua. La promovente acatará lo indicado en la Norma Oficial Mexicana de referencia que, para el caso es la NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

U9-19	<p>Cuando no exista el servicio de dotación de agua potable, la extracción, conducción y aprovechamiento de la misma deberá cumplir con lo estipulado por la Comisión Nacional del Agua, así como por los supuestos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>El presente documento se realiza para tener una dotación autónoma de agua potable para el complejo turístico, en virtud de que la carga de carbonato de calcio disuelto en el agua proporcionada por la empresa concesionaria deriva en altos costos de mantenimiento en tuberías y grifos. Además, para dar cumplimiento a la normativa derivada de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Una vez aprobada la MIAP que se presenta se procederá a solicitar los títulos correspondientes a la Comisión Nacional del Agua.</p>
U9-21	<p>Sólo en aquellos casos excepcionales en que las condiciones socioeconómicas y topográficas lo justifiquen, podrá el municipio autorizar el empleo de letrinas y/o fosas sépticas para que en los domicilios particulares se realice un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente y deberán contar con certificación ambiental</p>	<p>El criterio no aplica ya que no se solicitan ni letrinas ni fosas sépticas.</p>
U9-22	<p>Con la finalidad de disminuir el volumen de los residuos sólidos municipales, así como su capacidad de contaminación, la autoridad competente promoverá el uso de los mejores sistemas para su separación, reutilización y reciclaje.</p>	<p>Se estima que este criterio de ordenamiento no es aplicable a la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa le corresponde a las autoridades municipales.</p>
U9-23	<p>Las actividades hoteleras, de centros comerciales, de restaurantes, y aquellas que sean consideradas como grandes generadores de residuos sólidos no peligrosos, están obligados a establecer programas de separación, reutilización y reciclaje de los mismos, previo a la recolección por parte del servicio de aseo urbano municipal.</p>	<p>Se estima que este criterio de ordenamiento no es aplicable a la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa ya que ésta no generará residuos sólidos ni peligrosos. No obstante, durante el proceso de instalación se generarán residuos sólidos, mismos que serán almacenados temporalmente y entregados a los servicios de limpia que ocurre en el lugar.</p>
U9-24	<p>En las áreas urbanas deberá darse cumplimiento al Artículo 23 fracción VIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que indica a la letra: El aprovechamiento del agua para usos urbanos, deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.</p>	<p>Se estima que este criterio de ordenamiento es aplicable a las autoridades que fiscalizan el cobro del agua y no a la promovente.</p> <p>Se pagará lo correspondiente a la Comisión Nacional del Agua de acuerdo a los precios especificados por m<sup>3</sup> de agua salobre extraída y salmuera vertida.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

U9-25	Para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y aguas subterráneas, los pozos de descarga de aguas pluviales para todos los proyectos de desarrollo, incluyendo vialidades, deberán contener mecanismos de filtración de residuos sólidos, grasas, aceites, sedimentos y los que determine la autoridad competente.	La autorización que se solicita obedece a la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa y a dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo. El criterio se refiere a las descargas de aguas pluviales por lo que el criterio no es vinculante.
-------	--	---

A continuación, se realiza la vinculación con aquellos Criterios Generales relacionados con el aprovechamiento y disposición del agua como recurso prioritario:

CRITERIO	TEXTO	VINCULACIÓN
CG-01	Para la recarga de los acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable, con los siguientes porcentajes: a) En predios con área menor a 100 metros cuadrados se destinará como mínimo 10 % de la superficie total del predio, b) En predios de 101 hasta 350 metros cuadrados, se destinará como mínimo 20 % de la superficie total del predio, c) En los lotes de 501 a 3,000 metros cuadrados, se destinará como mínimo 30 % de la superficie total del predio, y d) En los lotes de 3,001 metros cuadrados en adelante se destinará como mínimo 40% de la superficie total del predio.	El criterio se refiere a la recarga de los acuíferos y la solicitud que nos ocupa es sobre la instalación y operación de una Planta de ósmosis inversa y a dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo por lo que el criterio no es vinculante.
CG-02	Se debe favorecer la captación del agua de lluvia como fuente alterna para el consumo humano y actividades domésticas.	El criterio se refiere a la captación de agua pluvial como fuente alterna para el consumo humano y actividades domésticas. El proyecto no corresponde a actividades domésticas por lo que el criterio no es vinculante.
CG-03	No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables, al suelo, cuerpos de agua, ni al mar.	Se estima que este criterio de ordenamiento no es aplicable a la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa y dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo cuyo efluente no conlleva hidrocarburos y productos químicos no biodegradables.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
 PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

CG-04	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de calidad de aguas.	El criterio no es vinculante, el condominio maestro playa mujeres cuenta con una Planta de tratamiento dónde son tratadas y en parte reutilizadas.
CG-05	Los aprovechamientos que involucren el uso de agroquímicos deberán incluir un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo, previamente aprobado por la autoridad competente, a fin de detectar y prevenir la contaminación del recurso.	El criterio se refiere a aprovechamientos que utilicen o involucren agroquímicos y la solicitud que nos ocupa es sobre la instalación y operación de una Planta de ósmosis inversa y dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo por lo que el criterio no es vinculante.
CG-06	Las aguas residuales (negras, azules, grises, jabonosas), no deben canalizarse a pozos de absorción de agua pluvial. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o bien a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable	El criterio se refiere a aguas residuales negras, azules, grises, jabonosas las cuales son enviadas a la Planta de Tratamiento del Condominio Maestro Playa Mujeres. La disposición de la salmuera producida en el proceso de potabilización de agua salobre será dispuesta de acuerdo a las especificaciones determinadas en el título de concesión que será otorgado por la Comisión Nacional del Agua en cumplimiento con la normatividad aplicable.
CG-07	La ubicación de fosas sépticas debe dar cumplimiento a la NOM-006-CNA-1997.- <i>Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba.</i>	El criterio se refiere a la ubicación de fosas sépticas y sus especificaciones normativas. Para el proyecto que nos ocupa se considera que el criterio no es aplicable.
CG-08	La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá ser diseñada y autorizada de conformidad con la normatividad de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.	La propuesta planteada en este documento no corresponde a la construcción de obras de infraestructura para el drenaje pluvial. La solicitud que nos ocupa considera que el criterio no es vinculante.
CG-9	En todas las obras y/o actividades se debe separar la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El criterio se refiere a infraestructura ya existente en el Hotel ubicado en el lote RTH 7 de Playa Mujeres. La planta potabilizadora por ósmosis inversa y dos pozos de absorción y uno de rechazo, no tiene implicaciones sobre la red de drenaje sanitario ni pluvial existente.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

CG-10	Los usos autorizados deben incluir acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático.	El sistema de potabilización por ósmosis inversa representa un ahorro de agua adicional a las medidas que previstas para el hotel toda vez que se hace uso de agua salobre que, en su origen no es apta para el consumo humano hasta que es tratada. Lo anterior implica que el agua actualmente surtida por el organismo operador dejará de ser extraída de los acuíferos dulces, situación que representa un ahorro diario de 700 m <sup>3</sup> .
CG-11	Durante todas las etapas de las actividades autorizadas, se deberá contar con un programa integral de manejo de desechos sólidos y líquidos (minimización, separación, recolección y disposición final), que incluya medidas preventivas para el manejo y disposición adecuados de grasas, aceites e hidrocarburos. Dicho programa deberá ser previamente aprobado por la autoridad competente.	La instalación y operación de una planta de ósmosis inversa, generará por su instalación residuos sólidos sin embargo no se prevé generación de grasas, aceites e hidrocarburos.  No obstante, se anexa al presente programa integral de manejo de desechos sólidos y líquidos.
CG-12	Para la construcción de vialidades se deben reconocer y respetar los flujos hidrológicos para garantizar la hidrodinámica original del sitio.	El criterio no se refiere a la construcción de vialidades. La solicitud que nos ocupa considera que, el criterio no es aplicable.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmucuch del Municipio de Isla Mujeres, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 27 de diciembre de 2007, e cual asigna al sitio del proyecto un uso de suelo denominado A3U Sector 3 Playa Mujeres, el cual establece los siguientes usos de suelo:

Dominante: Mixto-comercial. Desarrollos integrales.

Compatible: Equipamiento, servicios y comerciales. Turístico Hotelero, turístico residencial.

Condicionado Habitacional densidad media.

Incompatible Habitacional (alta densidad), Industrial (actividades extractivas).

De lo anterior, se advierte que el proyecto es congruente con lo dispuesto en el instrumento jurídico en comento, toda vez que se trata de una planta de ósmosis inversa que forma parte de los servicios básicos de un desarrollo turístico hotelero.

- **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

Para el caso de la potabilización por ósmosis inversa no existe una Norma Oficial Mexicana específica que regule su operación ambiental. No obstante, se exponen las siguientes:

*NOM-003-CNA-1996 Que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos*

Los pozos cumplirán con la normatividad establecida para la extracción de agua

*NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.*

La planta de ósmosis que se pretende rechazará un flujo de 192 gpm. Con una concentración de SDT de 1,050 m<sup>3</sup>/d de rechazo.

*NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*

Para el traslado del equipo y la instalación de la POI se ocuparán vehículos y maquinaria de manera temporal, mismos que emitirán gases de combustión de maneras intermitente, se espera que éstos, no rebasen los límites permisibles de emisiones de gases contaminantes, se considera el uso de maquinaria y equipo en buen estado.

*NOM-081-SEMARNAT-1994.- Que establece los Límites Máximos Permisibles de emisiones de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.*

No se trata de una fuente fija, la instalación de la POI ocupará vehículos y maquinaria de transporte que para los procesos acarreo de equipos y de instalación emitirán ruidos producto de maniobras de manera temporal e intermitente. Por la operación de la planta de ósmosis, no rebasarán los límites permisibles de emisiones de ruido de 68 dB.

*NOM-003-CNA-1996. Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.*

La construcción de pozos se realizará conforme la especificación de la norma.

Al termino del pozo se deja reposar por un lapso de 24 horas para tomar las muestras de agua y hacer un análisis físico-químico cada 5 metros , terminando los análisis físico-químicos se procede a realizar el registro eléctrico para detectar la conductividad en el pozo, una vez recolectadas las muestras pétreas a cada metro perforado se les serán entregadas a la comisión nacional del agua para su

valoración y dictamen una vez tomadas las muestras se introducirá la barrena al fondo del pozo para desinfectar con cloro y sifoneo del pozo como lo marca la dicha norma, este mismo proceso se realiza para el pozo de rechazo de -40 m

NOM-004-CNA-1996. *Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.*

Los pozos contarán con medidores, así como monitoreos de calidad de agua con el fin de mostrar el cumplimiento a la norma, serán declarados ante la CONAGUA.

- **CONCLUSION.**

El sitio en el que se pretende instalar la nueva POI cuenta con el resolutive S.G.P.A./DGIRA.DEI.3194.08 y su modificación SGPA/DGIRA/DG-02857, relativo al proyecto **Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres (Fases I y II)**, mediante el que se autorizó, entre otros elementos el área de servicios y la vialidad del proyecto, así mismo cuenta con la autorización mediante oficio 04/SGA/0173/15 0641 de fecha 30 de enero de 2015 para el proyecto "**PLANTA DE OSMOSIS EN EL LOTE RTH-7**". Es bajo este amparo jurídico que se plantea instalar la nueva planta de ósmosis y los 3 pozos.

Conforme al análisis de los instrumentos normativos aplicables al proyecto, se concluye que por la instalación y operación de la POI y la perforación e instalación de los dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo que se pretenden, el proyecto se ajusta a lo establecido en los criterios ambientales de la UGA 9 del POEL-IM, así como lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas en materia de agua.

#### **IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.**

##### IV. 1 Delimitación del área de estudio.

El sitio de estudio y su entorno inmediato, constituye un entorno ya ocupado, por los proyectos autorizados al **Desarrollo Inmobiliario y Hotel Boutique en el Lote RTH7, Playa Mujeres, Isla Mujeres, Quintana Roo**, con ubicación en el lote RTH 7 del Condominio maestro Playa Mujeres en el Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, autorizado mediante el resolutivo S.G.P.A.D.G.I.RA.DEI.3194.08 y su modificación SGPA/DGIRA/DG-02857, en materia del impacto ambiental. Con vigencia por 50 años para preparación, construcción y operación. Situación que indica un crecimiento de la zona ampliamente regulado y dirigido hacia una ocupación ordenada del suelo.

El sitio en el que se desarrolla el proyecto se encuentra en un ambiente intervenido y ocupado por las obras autorizadas para el RTH 7. Es, en una superficie de 60 m<sup>2</sup> de este espacio en las que se pretenden la instalación del proyecto. Cabe mencionar que el sitio del cual es objeto de esta MIA-P, que ya fue regulado e intervenido por lo que los componentes actuales, que circundan el proyecto corresponden a espacios en los que la afectación ya ocurrió de manera regulada.

El sitio en el que se pretende desarrollar el proyecto ha sido previamente modificado en sus características ambientales primarias, las cuales han implicado la pérdida de la vegetación y desplazamiento de fauna en el sitio.

El sitio corresponde a un espacio que estará ocupado por un proyecto previamente analizado y autorizado por esa Secretaría, de conformidad con los oficios de autorización y modificación indicados previamente.

De acuerdo con la imagen siguiente, las modificaciones del espacio natural derivarán en la existencia de una edificación autorizada, específicamente en una losa de concreto sobre la cual se asentará la planta de ósmosis inversa y un camino previamente autorizado con un proyecto en desarrollo el cual se encuentra regulado por la autoridad ambiental.

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II



Vista aérea del lote RTH7 Fase I y II Y de la ubicación de la POI y los pozos

En consecuencia, las actividades del proyecto se desarrollarán en un sitio sin incidencia de fauna, toda vez que previamente a la intervención del espacio se instrumentaron los programas y acciones de rescate y reubicación de fauna, los que principalmente correspondían a aves y algunos reptiles.

En conclusión, el sitio elegido para la instalación de la POI del RTH7 II y los pozos (el proyecto), se ubican en un pequeño espacio situado en la zona de servicios, espacio que se encuentra intervenido por las obras autorizadas desde el 2008 así como en la vialidad autorizada para la fase II que se encuentran en etapa de construcción, por tanto, no se ejecutará desplante alguno por el proyecto que nos ocupa.

#### IV.1.1 Caracterización y Análisis ambiental del espacio de actuación.

##### Área de estudio.

El lote del RTH 7 sobre el cual se pretende instalar la POI y los pozos, se localiza dentro del desarrollo de Playa Mujeres en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, al norte de Punta Sam, en la región denominada El Meco-Isla Blanca.

El espacio donde se pretende ubicar la POI, corresponde a un lote previamente aprovechado, en su totalidad, por la construcción del proyecto desarrollo inmobiliario y hotel boutique en el lote RTH7, en el área de servicios y en la vialidad de la fase II. Estas instalaciones fueron autorizadas el 3 de octubre de 2008 a través del oficio S.G.P.A./DGIRA.DEI.3194.08 y su modificación SGPA/DGIRA/DG-02857, emitida por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

La vida útil de esta infraestructura es de 50 años como lo indica el oficio que le dio origen.

## **IV. 2 Aspectos abióticos regionales**

### **IV.2.1 Aspectos abióticos**

Las características ambientales de una zona se conforman por las propiedades del medio físico y el medio biológico. En este apartado se incluye lo relativo al medio físico: tipo de clima, temperatura, precipitación, intemperismos severos, vientos, geomorfología, geología y fisiografía.

#### **Clima**

La zona de estudio tiene un clima cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, y mayor abundancia en verano. De acuerdo a la clasificación de Köepen, modificada por García (1968) la clasificación de este clima es: Ax'(wo)iw”.

#### **1. Temperatura.**

La Temperatura máxima del verano, en los meses de abril a octubre, que son los más cálidos puede llegar a alcanzar los 39°C. En invierno, durante los meses de noviembre a marzo, las temperaturas más bajas oscilan entre 24°C y 25°C. La temperatura media anual para la zona es de 27°C, con oscilación de 4.5°C., esta poca variación, permite considerar un clima isotermal. La escasa oscilación térmica sugiere que la marcha de la temperatura sea de tipo “Ganges” (Negrete, 1988).

#### **2. Precipitación.**

La precipitación total anual está por encima de los 1,350 mm. Esta precipitación a pesar de estar presente todo el año, no se presenta en las mismas cantidades. Durante la temporada de lluvias de junio a diciembre, se aporta el 75% del total con un valor de precipitación media en conjunto de 830 mm. A diferencia, en la temporada seca, de enero a mayo se aporta el 25% de la precipitación total anual, registrándose un valor de precipitación media en conjunto de 280 mm.

### 3. Intemperismos severos

Huracanes. Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo es la que tiene mayor incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades. En particular es la zona de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por Quintana Roo. Las costas del estado han sido tocadas por 33 huracanes en los últimos 22 años, principalmente la zona norte y centro del estado.



La temporada de estos eventos atmosféricos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico. Los huracanes que son el fenómeno más catastrófico se forman a partir de una tormenta tropical, afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje. En las ciudades y centros de población estos fenómenos causan severos daños económicos.

- 
- Depresiones y tormentas tropicales.

Estos fenómenos son similares en temporada, estructura y comportamiento a los huracanes, sólo que no desarrollan velocidades de viento tan altas.

- Nortes.

Estos son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km./hr, lo que

hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las costas de Quintana Roo. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas, además, se presentan en amplias extensiones territoriales. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y daño fisiológico por sal del agua marina que el viento levanta. Esta situación modifica temporalmente el paisaje.

#### 4. Vientos.

Los vientos dominantes de febrero a julio son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 Km./hr en promedio y hasta 30 Km./hr durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Se presentan vientos del norte durante los meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo. Estos vientos pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90 Km. por hora, provocando lluvias, fuertes oleajes y marejadas. Se considera que los "Nortes" son uno de los principales factores que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el estado.

#### 5. Geomorfología.

Los rasgos geomorfológicos de la Península de Yucatán están determinados por la naturaleza cárstica y permeable del sustrato. La acción erosiva tanto horizontal como vertical del agua en sustratos calcáreos produce conductos de disolución de diferentes tamaños, por los que fluye el agua a manera de ríos subterráneos. Las dolinas de disolución se producen cuando se colapsa la parte superior de un río subterráneo creando una cavidad que alcanza la superficie, de tal manera que es frecuente encontrar sistemas hidrológicos superficiales de diferentes tipos y de distintos tamaños, entre ellos, los conocidos localmente como cenotes. Esta misma erosión vertical al presentarse en cavernas contiguas da lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.

El medio potencialmente receptor de este impacto ambiental fue caracterizado mediante técnicas geofísicas que nos permitan caracterizar las propiedades resistivas de las rocas del subsuelo mediante el análisis de líneas de Dipolo-Dipolo y Sondeos Electromagnéticos en el Dominio del Tiempo (TEM) a través de una serie de líneas de estudio con trayectorias paralelas y perpendiculares a la línea de costa y así poder identificar los flujos hidrológicos subterráneos en ambas direcciones.

Un estudio geohidrológico utiliza técnicas de la ingeniería geológica e hidrológica, de la química del agua y de la hidráulica de fluidos, entre otras. La ciencia básica útil para el entendimiento de cómo se mueve el agua subterránea y hacia dónde

se dirige es la geohidrología. A través de la aplicación de técnicas de prospección geológica e hidrogeológica se determina el modelo conceptual del funcionamiento hidrodinámico del acuífero. El acuífero se define como la formación de materiales pétreos que contiene agua subterránea en sus poros y fracturas, permitiendo que el agua fluya en su interior con cierta facilidad, para que pueda ser aprovechable mediante pozos y/o manantiales.

Las perforaciones de barrenos exploratorios cortan las diferentes formaciones y estructuras geológicas que conforman el acuífero, tanto en la zona de agua dulce como en la de agua salada. Durante la perforación de los pozos se colectan muestras del detritus a cada metro de profundidad, cuyo análisis permite clasificar el tipo de material que conforma el acuífero, para elaborar con ello un perfil litológico y estratigráfico respecto al tiempo geológico. Una vez terminados los barrenos exploratorios, estos se utilizan para medir el espesor de la lente de agua dulce y la profundidad a la interfase salina, empleando para ello sondas de exploración que miden las propiedades fisicoquímicas del agua subterránea desde intervalos de profundidad a cada 20 cm, si así lo amerita la investigación del agua subterránea hasta la profundidad total de los barrenos exploratorios.

En este sistema cárstico costero de la costa de Quintana Roo se presenta el fenómeno de la intrusión salina, en el cual el mar invade con sales al acuífero de agua dulce. La intrusión salina se basa en el principio de que el nivel piezométrico de las aguas subterráneas está regido por la posición del nivel medio del mar, y se considera que el agua dulce, que fluye por el acuífero, ejerce un empuje en contra del agua salada del mar. Este concepto se basa, también, en que, por diferencia de densidades, el agua dulce "flota" sobre el agua salada.

### Objetivos

1.- Definir las características principales del agua subterránea, cómo son:

- La estructura de la roca del subsuelo que contiene al agua subterránea,
- Los flujos subterráneos que alimentan al sistema lagunar
- La dirección preferencial del flujo del agua subterránea,
- El espesor y volumen del lente de agua aprovechable,
- La profundidad de la interfase salina o inicio del lente de agua salada,
- La variación del nivel del agua subterránea por influencia de las mareas
- La caracterización de la hidrodinámica en lo referente a la ocurrencia y movimiento del agua subterránea.

### Métodos

Las técnicas utilizadas para la exploración del subsuelo mediante prospección geológica, geofísica, e hidrogeológica se exponen a continuación:

**Prospección geológica:** Esta se realizó mediante técnicas de fotogrametría a través del análisis de imágenes de satélite y recorridos de verificación en campo en donde se localizaron las principales estructuras previamente identificadas en las imágenes remotas. Para las verificaciones de campo se utilizó un geoposicionador global (GPS) marca Garmin modelo eTrex Vista C. La geología del subsuelo se definió mediante la recopilación, descripción y análisis de las muestras obtenidas durante la perforación de pozos exploratorios.

**Prospección geofísica:** Se realizaron sondeos eléctricos en el terreno mediante las técnicas de Sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM), utilizando una espira o bobina formada en un cuadro mediante un cable con dimensiones de 10 x 10 m (área de la bobina 100 m<sup>2</sup>), a este arreglo se le denomina “Loop coincidente” con una resistencia de 5 ohms en el circuito. Con estas características de arreglo se logró una intensidad de corriente del orden de 6 amperes, para cumplir con los 30 m de investigación considerados. El tiempo de medición se fijó en una duración de 25 y 30 ventanas con la serie de tiempo denominada “High Resolution” del equipo “Sirotem”. Por otra parte las Tomografía Eléctrica tiene por objetivo específico determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo hasta un cierto rango de profundidad a lo largo de un perfil de exploración, a partir de los valores de resistividad aparente obtenidos mediante medidas realizadas por métodos convencionales de corriente continua. El perfil resistivo se generó con un arreglo multielectrónico, sincronizado con el *Sistema de Resistividad ARES G4 (GF Instruments)*, con el cual se obtienen datos de resistividad del subsuelo, los que son acotados de acuerdo a parámetros de campo establecidos, permitiendo, de manera automática, eliminar y repetir el dato en caso de exceder las tolerancias permisibles. La potencia del transmisor del sistema ARES es de 300 W, con un receptor muy sensible. La longitud del dipolo utilizado en este estudio fue de 5 m, con 72 electrodos conectados de manera simultánea, con los cuales se realizaron longitudes de exploración variable de 142 a 286 m, y una profundidad de investigación del orden de los 20 m.

**Medición de niveles piezométricos:** Esta actividad se realizó utilizando una sonda eléctrica marca Solinst graduada midiendo la profundidad del nivel freático desde un punto nivelado con respecto al nivel medio del mar. Una vez generada la información de los niveles se procesó con la ayuda del software SURFER versión 5 (Golden Software, Inc) se generaron mapas de isovalores cuya interpretación determina la dirección de flujo del agua subterránea en el área de estudio.

**Perforación exploratoria:** La exploración directa se llevó a cabo hasta profundidades entre 15 y 55 metros, se tomaron muestras de roca en intervalos de un (1) metro y se midió el tiempo de penetración de la barrena. La perforación se realizó utilizando un equipo Wagon Drill con compresor portátil y, como herramienta de corte, una broca de percusión neumática de 2 7/8 pulgadas de

diámetro y ampliación de 5 pulgadas. Una vez realizada la perforación se colocó un ademe de PVC de 4" rasurado.

***Perfiles de calidad del agua:*** Se realizaron registros de calidad del agua en los barrenos de exploración, determinando así las características del agua subterránea. Para esta actividad se utilizó una sonda multiparamétrica marca Hydrolab, modelo Quanta que mide temperatura, conductividad eléctrica, potencial redox (Eh), oxígeno disuelto y sólidos totales disueltos. Las mediciones se llevaron a cabo a cada 20 cm desde el nivel freático hasta la profundidad total del barreno. Una vez generada la información se grafica cada parámetro contra la profundidad utilizando una hoja de cálculo convencional.

### Resultados

En el marco contextual de la península de Yucatán donde, debido a sus características, se le denomina "Plataforma Calcárea de Yucatán" la cual se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la parte norte de la Península y lomeríos prolongados de gran altura, que constituyen el anticlinal que limita los Estados de Campeche y Quintana Roo.

La característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa. La línea de costa frecuentemente presenta puntas rocosas cubiertas parcialmente por depósitos de litoral. Paralela a la costa se ha desarrollado una barrera arrecifal que delimita una extensa zona lagunar. En la región no existe drenaje superficial ya que toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas, fracturas y canales de disolución que se encuentran en el terreno rocoso conformando un drenaje subterráneo el cual se manifiesta en superficie a través de afloramientos naturales conocidos en la región con el nombre de cenotes.

Respecto a espesores de suelos, estos se encuentran en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas. Sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

Con respecto a la geomorfología, La Península de Yucatán, se divide en 4 provincias geomorfológicas 1) zona costera 2) planicie interior 3) colinas y valles 4) cuencas escalonadas, los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSW de la costa oriental que fue formada por una falla y que a diferencia de las costas norte y oeste descienden bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Zoh-laguna y el norte de

Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel tienen también la misma orientación de esta falla.

El desarrollo geomorfológico de esta región se inicia, durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea que ha sido modelada por una intensa disolución. Así la región se caracteriza por la presencia de rasgos de disolución como son las dolinas, la acumulación de arcillas de descalcificación, el relieve uniforme y los “cenotes”.

Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez.

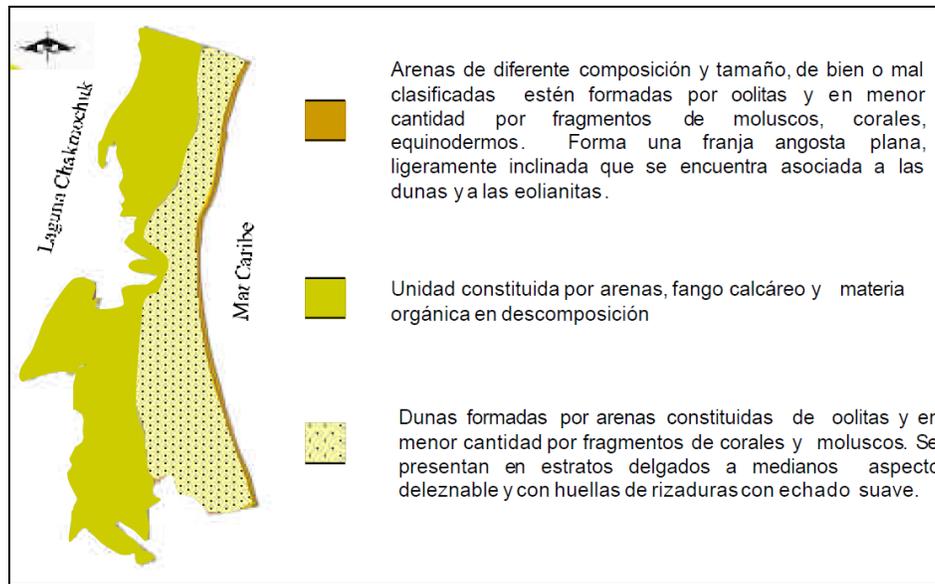
La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del período Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1963); las rocas más antiguas se localizan al sur y centro de la misma, en tanto que en el estado de Quintana Roo se encuentran al suroeste y corresponden a calizas dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que incluye a rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituida por yeso y anhidrita ricas en sulfatos.

Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio. Una secuencia de rocas del Mioceno Superior-Plioceno está expuesta en la región de Bacalar-Río Hondo; margas, yesos y cretas constituyen la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior está conformada por coquinas y calizas.

#### Geología del sitio

En el área de estudio afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se encuentran distribuidos en una franja aproximada de un kilómetro en su parte más ancha y de 400 m en la parte más angosta partiendo de la línea de costa. Los depósitos sedimentarios que afloran en superficie están representados por arenas no consolidadas de litoral en los primeros 200 m y de dunas formadas por arenas calcáreas cementadas constituidas de oolitas y en menor cantidad por fragmentos de corales y moluscos, esta unidad de aspecto deleznable y/o pulverulenta de origen eólico está estrechamente relacionada con las eoliianitas pleistocénicas y se presenta en estratos que van desde algunos cuantos centímetros hasta medio metro de espesor y presenta en su estructura algunas huellas de rizaduras por efectos del viento y ligeros plegamientos con echados suaves.

La localización del área de estudio se muestra a continuación seguida de un esquema que muestra la caracterización geológica de la localidad:



Estructuralmente en el área de estudio se observan superficialmente estructuras de crestas y valles formadas por acción eólica. En las partes bajas (valles o depresiones) se observan indicios de humedad con abundante vegetación que, posiblemente, correspondan a la presencia de algún aporte subterráneo de agua.

En cuanto a la prospección geofísica, Con la finalidad de caracterizar de manera indirecta los materiales del subsuelo en el área de estudio, así como identificar las estructuras geológicas favorables para el libre flujo del agua subterránea se programaron una serie de estudios de resistividad eléctrica mediante Sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM) y Tomografías Eléctricas Dipolo-Dipolo. Las características resistivas del subsuelo reflejan tanto las características litológicas, como las relacionadas con la calidad del agua subterránea que se mueve a través de las rocas, las zonas altamente conductoras se asocian con la intrusión del agua marina hacia el continente, con valores de resistividad menores de 4 ohm-m, y por consiguiente la roca caliza presenta un alto grado de carsticidad o disolución, ya que permite un flujo sin resistencias.

Lo anterior permitió definir el modelo geoelectrico del sitio basada en:

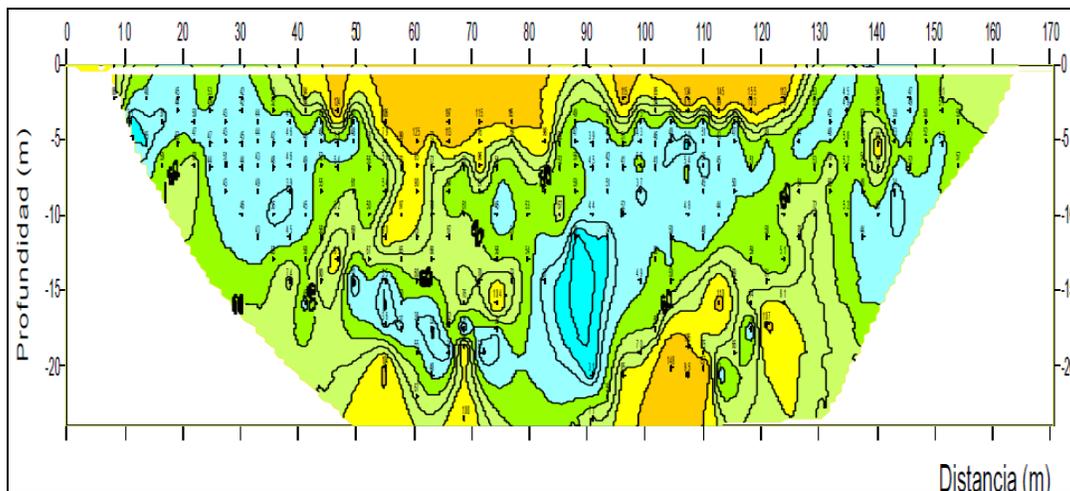
- Correlación de los Perfiles Geoelectricos formados a partir de modelos 1-D, obtenidos por la inversión occam o modelos multicapas con la geología de la superficie.
- Análisis de Mapas de Resistividad a diferentes profundidades bajo el terreno.

Durante el proceso de cada sondeo, se realizó una comparación entre los modelos 1-D, obtenidos por el proceso de capas planas y el multicapas o inversión occam, encontrando una buena correspondencia en la definición general de los Modelos

Geoeléctricos, decidiendo utilizar los modelos multicapas, ya que estos representan una variación continua de la resistividad, y ayudan a definir estratos más delgados.

Los resultados de estos sondeos permitieron conocer la forma y distribución de las unidades geoeléctricas en el subsuelo hasta una profundidad de 20 m.

A continuación, se presenta la Tomografía Eléctrica Dipolo-Dipolo se observa en los primeros 30 m de la sección una zona de baja resistividad eléctrica (respecto a su entorno), esta zona tiene una extensión vertical desde el nivel del terreno hasta los 12 m aproximadamente (tonos azules) asociada a la presencia de abundante agua que circula a través de la arena. Otras zonas similares se observan, una al final de la sección entre los cadenamientos 130 a 150 m y una más entre los cadenamientos 90 a 120 m, esta se presenta con una extensión vertical a partir de los 5 m y hasta los 20 m de profundidad.



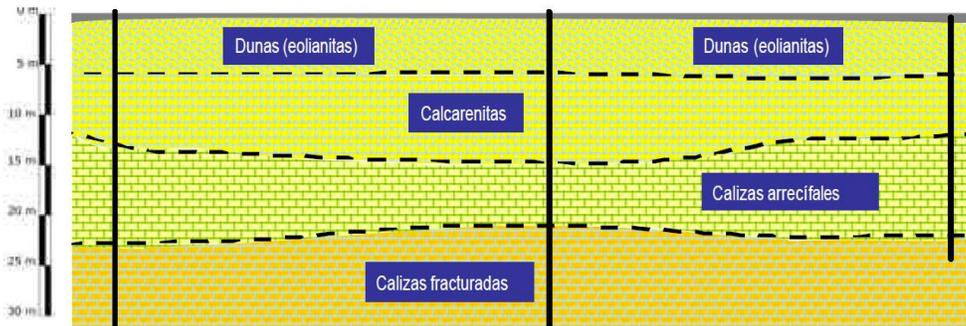
Tomografía eléctrica Dipolo-dipolo del sitio estudiado.

La secuencia estratigráfica del sitio, es decir la geología del subsuelo se identificó primeramente una reducida capa de suelo areno-limoso con materia orgánica vegetal, posteriormente depósitos de dunas de origen eólico constituido por arenas finas a media con cementante de carbonato de calcio en superficie se observa una costra de material residual calichoso de color negro de espesor reducido.

Depósitos arenosos (calcarenitas) con fragmentos de conchas y limos con arcillas de textura grumosa deleznable identificada entre los 5 y 12 m aproximadamente.

Por debajo de los 12 m y hasta los 23 m aproximadamente se localizó un cuerpo masivo de caliza coquinífera de origen arrecifal compacta y porosa con intercalaciones de limos y arenas calcáreas. Por último, se cortaron calizas compactas muy fracturadas con coloraciones claras y oscuras con abundantes

microfósiles. Esta unidad se correlaciona con la Formación Carrillo Puerto del Mioceno Plioceno (Bonet y Butterlin, 1962).



La prospección geohidrológica o investigación del comportamiento del agua subterránea comprende varias actividades enfocadas a medir, entre otras características, la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con los fenómenos geoquímicos, la potencia y volumen del agua subterránea.

La ejecución de las diferentes actividades que conforman la prospección geohidrológica tiene como fin medir las variables hidrodinámicas en función del tiempo para poder establecer modelos estáticos y de ahí generar el modelo hidrodinámico del acuífero de la zona de estudio.

Los resultados son los siguientes:

Se realizó un censo de aprovechamientos hidráulicos en el predio y sus alrededores identificando fuentes de aguas subterráneas principalmente pozos y sondeos de estudios anteriores, con la finalidad de establecer los puntos de control para el monitoreo del acuífero durante el estudio geohidrológico. En total se censaron 7 puntos de control de los cuales 3 corresponden a los barrenos exploratorios del predio, un pozo de riego del mismo predio y un barrenos y dos norias de un predio vecino. Estos puntos fueron ubicados mediante geoposicionadores satelitales topográficos de alta precisión, trasladando el nivel medio del mar al predio desde un banco de nivel topográfico del INEGI y nivelados respecto al nivel medio del mar con una estación total con una precisión milimétrica en la elevación y en la ubicación geográfica.

En cuanto a la calidad del agua del acuífero se corrieron perfiles de conductividad eléctrica, temperatura, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto y potencial redox en los 5 barrenos perforados utilizando para ello una sonda de multiparámetro Quanta-Hydrolab, con esta información se graficaron los parámetros versus la profundidad del acuífero con respecto al nivel medio del mar.

Los resultados son los siguientes:

La temperatura medida en el acuífero de Playa Mujeres a nivel freático oscila entre 26.60 y 29.00°C (este último probablemente influenciado por las condiciones atmosféricas) con el mínimo al oeste del predio las condiciones permanecieron casi constantes con variaciones menores a 1 °C.

**Conductividad eléctrica** La conductividad eléctrica a nivel freático para el predio de Playa Mujeres presenta valores entre 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 3350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , permaneciendo constantes hasta el final del sondeo (-3.5 m) mientras que para el pozo de agua de riego de mayor de mayor profundidad, usado como control, el parámetro experimenta un incremento gradual a partir de los - 11 m por influencia directa del agua de mar alcanzando valores que van de los 6000 a los 6350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

El oxígeno disuelto en el acuífero del predio Playa Mujeres mantiene valores a nivel freático entre 1.55 y 4.1 mg/l. A partir de ahí el parámetro experimenta un decremento para permanecer constante hacia los -3 m. La tendencia a profundidad es hacia la reducción del oxígeno.

En lo referente al potencial de hidrógeno (pH), éste mantiene valores entre 7.65 y 7.80.

Los sólidos totales disueltos presentan unas concentraciones en el acuífero freático del predio Playa Mujeres entre 350 y 3000 mg/l, Los valores disminuyen de acuerdo con la profundidad. Así, a partir de los -11 m de profundidad se observa un incremento gradual por la influencia del agua de mar hasta alcanzar 4000 mg/l.

En lo referente a conductividad hidráulica (m/d) es un parámetro de gran utilidad en la cuantificación del flujo del agua subterránea ya que este valor permite estimar los volúmenes de tránsito del agua subterránea en una sección volumétrica dada por la red del flujo del agua subterránea.

La técnica aplicada se basa en la simulación del efecto de la marea en el retraso de una onda marina dentro del subsuelo continental la cual al propagarse en el agua subterránea que se encuentra en los poros o espacios vacíos de la roca, debe de ser mas tardado el efecto de la marea al presentar la roca un obstáculo para la misma. La estimación de la conductividad hidráulica se basa en la simulación del efecto de la marea con la curva obtenida en cada sitio y alimentar los valores de la función sinusoidal y aplicar el método Ferris.

Con la información de los registros electrónicos del nivel del agua localizados dentro del predio de Playa Mujeres, con el registro de la marea, se obtuvo el valor de la conductividad hidráulica para la arena y para la caliza arrecifal subyacente. Según el cálculo realizado, la conductividad hidráulica del acuífero es de 354.55 m/d con un coeficiente de almacenamientos de 0.15 a 0.25; para la caliza arrecifal se calculó una conductividad hidráulica promedio de 6865.75 m/d con un coeficiente de almacenamiento de 0.05 a 0.2.

El cálculo del volumen de flujo del agua subterránea se llevó a cabo mediante la aplicación de una técnica de cuantificación que utiliza la configuración de la red de flujo y el valor de la conductividad hidráulica medidos.

La estimación del flujo subterráneo fue realizada para la porción acuífera de agua dulce-salobre por debajo del predio en estudio. Para el cálculo del volumen de agua subterránea que circula en el acuífero se empleó la técnica de redes de flujo, la cual tiene sus fundamentos en la ley de Darcy, que establece que el caudal que fluye por una sección transversal de acuífero es directamente proporcional al gradiente de pérdidas de carga, en la que la constante de proporcionalidad se refiere a la conductividad hidráulica del sistema.

Ecuación de Darcy:  $Q = AKdH/dl$ ; donde:

Q= es el volumen de agua subterránea que atraviesa una sección transversal de acuífero, en  $m^3/día$

A= sección transversal del acuífero equivalente al espesor del acuífero por unidad de ancho, en  $m^2$

K = conductividad hidráulica, en m/d

$dH/dl$  = gradiente hidráulico

En el caso del predio Playa Mujeres se determinó una red piezométrica en base a los niveles piezométricos medidos el día 18 de junio de 2012. En ésta se puede apreciar un parteaguas hidráulico subterráneo que define dos flujos, uno en dirección NW y otro en dirección SE. Luego se definen tubos de corriente en las direcciones anteriormente mencionadas y ortogonales a las líneas de flujo definidas.

Para el cálculo del volumen de agua subterránea que fluye por debajo del predio Playa Mujeres, se asumió que el espesor del acuífero de agua dulce-salobre es igual a 20 m (techo de la interfase salina) y se asumió una conductividad hidráulica para el espesor de arenas es igual a 354.55 m/d y para la caliza arrecifal 6,866 m/d. Se calcularon 2 tubos de corriente en cada dirección.

El flujo que se calculó en la dirección **NW** del predio es de 20 lps para las arenas y de 384 lps para la caliza arrecifal, lo que en conjunto resulta en un volumen de 404 lps. En este caso se analizaron 255 metros lineales de acuífero, por lo que se puede obtener a su vez un volumen unitario de 0.078 lps por cada metro lineal de acuífero arenoso (arenas) y 1.513 lps por metro lineal de acuífero arrecifal (caliza arrecifal)

El flujo que se calculó en la dirección **SE** del predio es de 6 lps para las arenas y de 181 lps para la caliza arrecifal, lo que en conjunto resulta en un volumen de 190 lps. En este caso se analizaron 160 metros lineales de acuífero, por lo que se puede obtener a su vez un volumen unitario de 0.069 lps por cada metro lineal de

acuífero arenoso (arenas) y 1.327 lps por metro lineal de acuífero arrecifal (caliza arrecifal).

#### Hidrología.

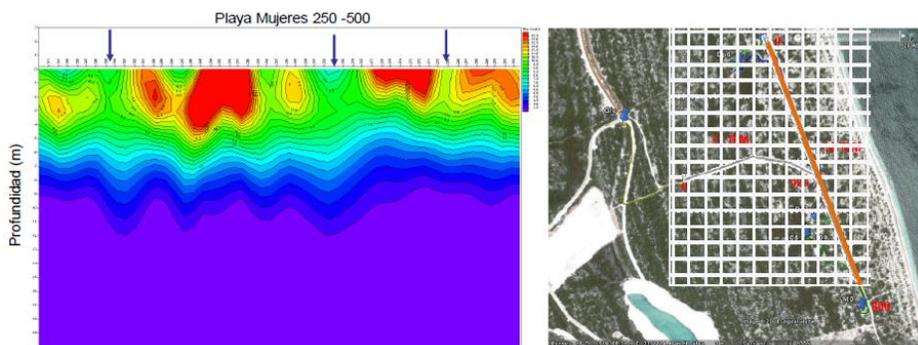
En relación a la hidrología del sitio y toda vez que se propone la instalación de un pozo más de descarga a una profundidad de -40 metros, y con el fin de demostrar que por la puesta en marcha del proyecto la salmuera no tiene probabilidad de que retorne a las capas superficiales del acuífero aprovechable o que tenga afloramiento en la zona marina costera, la promovente presenta un estudio de prospección geohidrológica y de acuerdo al análisis del perfil estratigráfico y registro eléctrico, en el que se justifique que la profundidad a la que será inyectada la salmuera propuesta garantizará la protección del delgado lente de agua dulce localizado en el sitio, así como otras posibles afectaciones.

El estudio realizado para el sitio, indica que el agua subterránea incrementa su salinidad por debajo de los 12 m y hasta los 23 m el agua es salobre y salada y se encuentra formando poros y oquedades de gran tamaño que son producto de disolución de la roca caliza coquinifera de origen arrecifal, compacta y porosa con intercalaciones de limos y arenas calcáreas.

La prospección geohidrológica o investigación del comportamiento del agua subterránea comprende varias actividades enfocadas a medir, entre otras características, la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con los fenómenos geoquímicos, la potencia y volumen del agua subterránea.

El estudio realizado indica que a partir de los 15 m y hasta los 22 m aproximadamente se encontraron calizas arrecifales con abundancia de fósiles, arenas y lentes dolomitizados, la formación presenta huellas de disolución y fracturamiento lo que la hace, presenta resistividades eléctricas entre 10 y 20 ohm-m y muy probable circule agua continental en su paso hacia el mar.

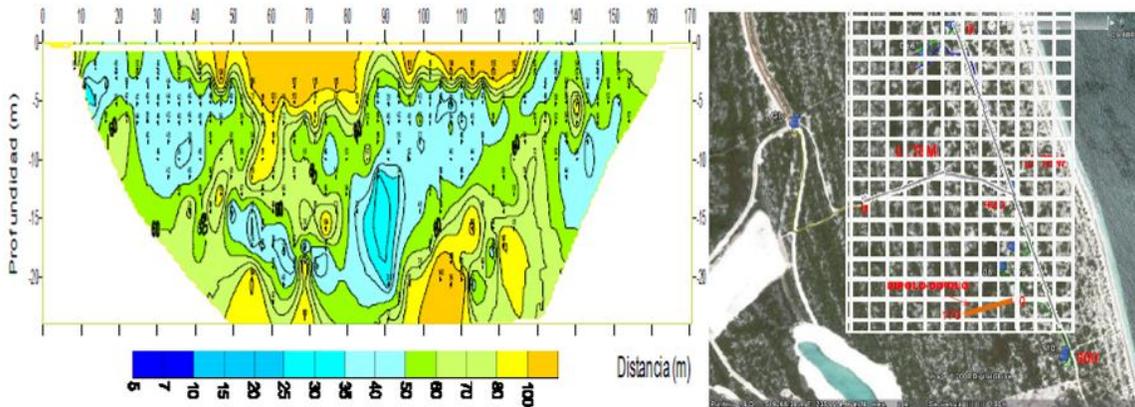
El modelo geoelectrico del sitio mostró en los primeros metros del subsuelo una alternancia de resistividades eléctricas con algunos sitios muy conductivos asociados a la presencia de humedad por agua meteórica de reciente infiltración o por flujos subterráneos someros que circulan bajo la duna de arena.



Sección geoelectricas L2

El perfil geoelectrico TEM, paralelo a la línea de costa muestra una alternancia de resistividades con algunos sitios muy conductivos (tonos azules) asociados a la presencia de humedad alimentados por agua de resiente infiltración o por flujos subterráneos someros bajo la duna de arena, con contrastes resistivos que pudieran corresponder a profundidades entre 1 y 4 m.

De la sección geoelectrica Dipolo-Dipolo localizado en la zona de interés mostró en los primeros 30 m de la sección una zona de baja resistividad eléctrica respecto su entorno, esta zona tienen un extensión vertical del terreno hasta los 12 m aproximadamente (tono azul) asociada a la presencia de abundante agua que circula a través de la duna de arena, otras zonas similares se observan, una al final de la sección entre los cadenamientos 130 y 150 m y una más entre los cadenamientos 90 y 120 m, esta se presenta con una extensión vertical a partir de los 5 m y hasta los 20 m de profundidad. Se observa entre los cadenamientos 40 y 90 m una zona libre de agua (flujo laminar sobre arenas).



Sección eléctrica Dipolo Dipolo

La secuencia estratigráfica del sitio, es decir la geología del subsuelo se identificó primeramente una reducida capa de suelo areno-limosa con materia orgánica vegetal, posteriormente depósitos de dunas de origen eólico constituido por arenas finas a media con cementante de carbonato de calcio en superficie se observa una costra de material residual calichoso de color negro de espesor reducido.

Depósitos arenosos (calcarenitas) con fragmentos de conchas y limos con arcillas de textura gruesa deleznable identificada entre los 5 y 12 m aproximadamente. Por debajo de los 12 m y hasta los 23 m aproximadamente se localizó un cuerpo masivo de caliza coquinifera de origen arrecifal compacta y porosa con intercalaciones de limos y arenas calcáreas. Por último, se cortaron calizas compactas muy fracturadas con coloraciones claras y oscuras con abundantes

microfósiles. Esta unidad se correlaciona con la Formación Carrillo Puerto del Mioceno Plioceno<sup>8</sup>.

En conclusión con el estudio realizado se muestra que por debajo de los 12 m y hasta los 23 m encontramos agua salobre y salada por lo que a una profundidad de -40 a -80 metros, la salmuera no tiene probabilidad de que retorne a las capas superficiales del acuífero toda vez que la profundidad de la interfase salina a 23 metros de profundidad hasta los -40 y más, es agua salada similar a la del mar por lo que la propuesta garantiza la protección del lente delgado de agua dulce localizado en el sitio.

## 6. Fisiografía.

La Península de Yucatán se caracteriza por una extensa plataforma continental que se adentra varias decenas de kilómetros en los litorales Norte y este, denominada Plataforma de Yucatán. Sin embargo, frente al litoral de Quintana Roo esta estructura es muy estrecha -no rebasa los 3.7 Km. de amplitud-, y prácticamente desaparece al sur de Puerto Morelos en donde bordea la costa a escasa distancia de la playa.

En términos generales, la plataforma Continental de Quintana Roo es una losa plana con pendiente suave hasta alcanzar los 40 m de profundidad, a partir de los cuales tiene lugar un talud que llega a más de 200 m de profundidad.

El relieve costero es modificado por una barrera coralina que inicia frente a Cabo Catoche y se prolonga hacia el sur, más allá de las costas mexicanas. Dicha barrera es más bien una rompiente arrecifal, que forma parte morfológica del arrecife bordeante del estado, y se localiza a 1 ó 1.5 Km. de la playa.

## IV.2.2 Aspectos socio económicos regionales

### a) Demografía

El Municipio de Isla Mujeres, comprende una superficie total de 955.960 Km<sup>2</sup> (datos INEGI), el cual comprende Isla Mujeres y una zona continental, en la cual se inserta el proyecto que nos ocupa, región denominada Punta Sam.

Superficie	955.960 Km <sup>2</sup>
------------	-------------------------

---

<sup>8</sup> Bonet y Butterlin, 1962

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
 PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

Densidad de población 16.95 Habitantes/Km<sup>2</sup>

Ubicación en la entidad Norte

Tipo de urbanización Metropolitano

Colindancias Colinda al norte con el Golfo de México y el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al este con el Mar Caribe (Mar de las Antillas); al sur con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y los municipios de Benito Juárez y Lázaro Cárdenas y al oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas.

En los últimos años, el municipio Isla Mujeres ha alcanzado altos niveles en su crecimiento poblacional. De acuerdo con INEGI el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, los últimos datos reportados del censo 2010, en Quintana Roo, hay una población de 16,203 de los cuales 8358 son hombres y 7845 restante pertenecen a las mujeres del lugar.

El alto crecimiento poblacional que, en el municipio de manifiesta, resulta en el mayor de los casos de la inmigración proveniente de los diversos estados de la República, conformada por gente en busca de las oportunidades que brinda el desarrollo turístico del municipio.

Clave entidad	Nombre de la entidad	Clave del municipio	Nombre del municipio	Grado de marginación del Municipio 2010	Población 2010
23	Quintana Roo	001	Cozumel	Muy bajo	79,535
23	Quintana Roo	002	Felipe Carrillo Puerto	Medio	75,026
23	Quintana Roo	003	Isla Mujeres	Bajo	16,203
23	Quintana Roo	004	Othón P. Blanco	Bajo	244,553
23	Quintana Roo	005	Benito Juárez	Muy bajo	661,176
23	Quintana Roo	006	José María Morelos	Medio	60,179
23	Quintana Roo	007	Lázaro Cárdenas	Medio	25,333
23	Quintana Roo	008	Solidaridad	Muy bajo	159,31
23	Quintana Roo	009	Tulum	Bajo	28,263
23	Quintana Roo	010	Bacalar		

La distribución territorial del censos de 2010, por municipio coloca a Isla Mujeres con una densidad de 16,203 habitantes.

La población ubicada en el municipio de Isla Mujeres tiene predominancia a los habitantes jóvenes y menores de edad como se demuestra en el censo del 2010.

Distribución de la población por grandes grupos de edad, 2010			
	Nacional	Estatad	Municipal
Población total	112,360,538	1,325,578	16,203
Población de 0 a 14 años	32,515,796	381,532	4,705
Población de 15 a 64 años	71,484,423	885,608	10,861
Población de 65 años y más	6,938,913	39,487	537

En la distribución de la población por edades se demuestra que el municipio es joven, correspondiendo los mayores índices entre los primeros años de edad hasta los 44 años. Tal y como fue señalado en el censo de población y vivienda del 2010 (INEGI).

Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, 2010

Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	1,678	864	814
5 a 9 años	1,621	818	803
10 a 14 años	1,406	719	687
15 a 19 años	1,465	716	749
20 a 24 años	1,579	794	785
25 a 29 años	1,570	600	770
30 a 34 años	1,464	739	725
35 a 39 años	1,608	722	646
40 a 44 años	1,066	584	482
45 a 49 años	845	454	391
50 a 54 años	650	355	295
55 a 59 años	484	253	231
60 a 64 años	370	179	191
65 a 69 años	228	135	93
70 a 74 años	145	77	68
75 a 79 años	84	57	27

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN EL LOTE RTH 7 FASE II

80 a 84 años	45	19	26
85 a 89 años	27	14	13
90 a 94 años	06	03	03
95 a 99 años	02	02	00
100 y más	00	00	00
No especificado	100	54	46
<b>Total</b>	<b>16,203</b>	<b>8,358</b>	<b>7,845</b>

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

De acuerdo a datos anteriores, el crecimiento de la población de la zona es variable, ya que en la década de 1970 a 1980, el nivel de población decreció un -3.7, debido a la creación del Municipio de Benito Juárez.

Para el periodo que comprende entre 1980 y 1990 la tasa de crecimiento se incrementó en un 3.6%, ya que la isla aumentó su valor en un 10.7%, sin embargo, la zona continental de Isla Mujeres denotó un decremento del -9.2% debido al desplazamiento de trabajadores a la zona de Cancún.

Que para el 1990 a 2000 se presentó una reducción en la tasa de crecimiento municipal de hasta el 0.6% y en la isla cayó al 0.4%, debido a la disminución de la actividad turística, mientras que en la Zona Continental se mantuvo el decremento con una tasa de -1.8%.

De acuerdo a las principales localidades del Municipio de Isla Mujeres, tiene que el mayor número de habitantes se encuentra concentrado en la localidad de Isla Mujeres, como se aprecia en la tabla siguiente.

Principales localidades					
Clave	Nombre	Población [2]	Porcentaje de población municipal	Cabecera municipal	Localidad Estratégica[6]
230030001	ISLA MUJERES	12,642	78.02		
230030092	PUNTA SAM	81	0.5		
230030118	BOCA IGLESIA	57	0.35		
230030286	ZONA URBANA EJIDO ISLA MUJERES	2,653	16.37		
230030352	FRANCISCO MAY	223	1.38		
<b>Total:</b>		<b>15,656</b>	<b>96.62</b>		

## POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA.

La población económicamente activa permite cuantificar el porcentaje de habitantes que sostiene económicamente a la población de una localidad o municipio, en este caso para Isla Mujeres se registraron 7,640 habitantes como P.E.A. de los cuales más del 60% trabajan en el sector (turismo y comercio).

## SALARIO MÍNIMO VIGENTE.

En lo que respecta a los criterios de fijación del salario mínimo general, la zona del proyecto queda que a partir del 1<sup>a</sup> de enero de 2011, como todos los municipios del Estado, en la zona geográfica "C", el salario correspondiente a \$59.82 pesos diarios, los salarios van de acuerdo a las actividades de los pobladores.

La mayor parte de la población labora en el sector terciario, que se refiere a los rubros de comercio y servicios. Seguido por el sector secundario, donde se agrupa la minería, industria manufacturera, gas y agua entre otras; finalmente el sector primario donde se incluye la ganadería, agricultura, caza y pesca. Esta tendencia se ha mantenido en las últimas 4 décadas.

## VIVIENDA Y URBANIZACIÓN.

De acuerdo con los datos del Municipio de Isla Mujeres, en cuanto a las principales características de las viviendas en rezago por localidad, se tiene lo siguiente:

Indicadores de rezago por tamaño de localidad (Porcentajes)						
Tamaño de localidad (Habitantes)	Viviendas con piso de tierra	Viviendas con luz eléctrica	Viviendas sin agua entubada	Viviendas sin sanitario	Viviendas sin drenaje	
	%	%	%	%	%	
Menos de 100	19.08	35.95	54.30	22.08	24.84	
100 a 499	6.25	97.92	95.83	47.92	50.00	
350 a 1,499						
1,350 a 2,499						
2,350 a 4,999	8.10	9.45	96.79	1.52	11.33	
5,000 a 9,999						
10,000 y más	2.98	4.08	4.47	3.67	1.42	
Confidenciales (una y dos)	12.64	64.37	82.76	16.85	33.72	

viviendas)

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales Resultados por Localidad.

En los datos recabados en el Censo de Población y Vivienda del 2010, realizado por el INEGI, el Municipio de Isla Mujeres cuenta con un 39% de viviendas con piso de tierra en una localidad de menos de 100, un 6.25% en una localidad de 100 a 499, un 8.1% en una localidad de 2350 a 4999, 2.98% en una localidad de 10000.

Los indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas son los siguientes:

**Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2010 (Absolutos)**

	Nacional	Estatad	Municipal
Viviendas particulares habitadas	28,138,556	602,762	4,471
Viviendas con piso de tierra	1,731,414	13,427	198
Viviendas sin luz eléctrica	513,482	7,441	602
Viviendas sin agua entubada	3,174,979	29,635	988
Viviendas sin sanitario	1,311,207	18,730	212
Viviendas sin drenaje	2,523,821	17,693	212

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

**Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2010 (Porcentajes)**

	Nacional	Estatad	Municipal
%Viviendas con piso de tierra	6.19	3.79	4.53
%Viviendas sin luz eléctrica	1.83	2.09	8.18
%Viviendas sin agua entubada	11.35	8.35	22.51
%Viviendas sin sanitario	4.66	5.16	4.72
%Viviendas sin drenaje	9.03	4.99	4.84

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

**INFRAESTRUCTURA**

El Municipio de Isla Mujeres cuenta con caminos pavimentados en una longitud de 22,158 km, además de 42,479 km de caminos de terracerías y alrededor de 12,148 km de brechas, como se demuestra el censo del 2010.

Infraestructura vial		
Tipo de vialidad	Longitud (Km.)	% Municipal
Caminos pavimentados	22.158	28.86
Caminos de terracería	42.479	55.32
Veredas	0	0
Brechas	12.148	15.82
Calles	0	0
Total municipal	76.785	100

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI (2003). Carta topográfica Escala 1:250,000 e INEGI (2010). Marco Geoestadístico Municipal, Versión 4.2.

## SERVICIOS PÚBLICOS

Isla Mujeres cuenta con todos los servicios que requiere una zona urbana, los cuales son:

SERVICIO	COBERTURA
Agua potable	90%
Alumbrado público	90%
Drenaje urbano	90%
Recolección de basura	95%
Limpieza de las vías públicas	95%
Seguridad pública	100%
Pavimentación	90%
Mercados y centrales de abasto	100%
Rastros	100%

\*Cobertura de servicios públicos en el Municipio de Isla Mujeres.

El suministro de energía eléctrica es proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de 2 líneas de 34.5 KVA provenientes de la subestación de Cancún.

Así mismo el agua potable que abastece a este municipio, proviene de la zona de captación localizada a 8 km de Puerto Juárez, con ello se atiende a 2329 tomas domiciliarias de la isla.

Este municipio cuenta con infraestructura para el drenaje, consistente en la red sanitaria que conduce el agua residual a la planta de tratamiento, ubicada en la porción media de la isla orientada al este.

Además, el Municipio administra los servicios de parques y jardines, edificios públicos, unidades deportivas y recreativas, monumentos y fuentes, entre otros.

#### SERVICIO DE LIMPIA.

Los residuos domésticos son recolectados diariamente por el servicio de limpia del H. Ayuntamiento, los cuales se depositan en el basurero al aire libre, ubicado en la porción Sur de la isla, para que posteriormente se trasladen al relleno sanitario indicado.

#### COMUNICACIONES.

Teléfono. Isla Mujeres cuenta con servicio telefónico local y de larga distancia automática. En la zona continental ya existe la instalación telefónica subterránea, beneficiando los primeros 8 kilómetros de Punta Sam a Puerto Juárez. Así mismo se cuenta con los servicios de telefonía celular. En este sentido, se cuenta con factibilidad de servicio de internet por Teléfonos de México.

Telégrafo. La red telegráfica en el Estado está constituida por doce administraciones, siendo una de ellas la de Isla Mujeres, la cual se encuentra comunicada con las ciudades de Cancún, Chetumal y Cozumel por medio de un sistema automatizado.

Correo. Con respecto al correo existe también cuenta con una administración en la isla. Además, actualmente cuenta con establecimientos que brindan este servicio.

Medios de Comunicación. Se dispone de televisión por cable y satelital de las cadenas nacionales de televisión, las estaciones de radio que se escuchan con más frecuencia son las de Cancún, Cozumel y Cuba. Circulan los periódicos estatales y nacionales.

#### VIAS DE COMUNICACIÓN

Terrestre. El medio de comunicación más utilizado por la población residente y no residente son las vías terrestres, se cuenta, con servicios colectivos urbanos de

transportación terrestre. Los desplazamientos también se realizan en taxis y autos o motos particulares.

Los ejes más importantes corresponden al esquema de comunicación interestatal y se encuentran en los extremos Norte y Sur del Estado. La carretera Puerto Juárez - Mérida es de suma importancia ya que es el enlace que tiene la Isla con el resto del continente. Así mismo se cuenta con la vialidad intermunicipal que une los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, ésta favorecerá el desarrollo de la parte continental del Municipio de Isla Mujeres.

Marítimo. El principal flujo marítimo zarpa del Puerto Juárez. Actualmente esta terminal marítima tiene una vocación eminentemente turística pues es el sitio de embarque de pasajeros que viajan hacia la Isla, siendo a través de las empresas de transportes Marítimos Magaña S.A. de C.V., Ruta Náutica Isla Mujeres S.A. de C.V. (Ultramar) y Transportes Marítimos Continental Mujeres S.C. de R.L. Según datos de la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo, anualmente se embarcan más de 700.000 pasajeros con destino a Isla Mujeres. Puerto Juárez es el medio de comunicación más antiguo en la región. Durante la Guerra de Castas (1847-1901) garantizó la supervivencia de la población del norte de Yucatán que se refugió en la Isla Mujeres.

Aéreo. El más relevante medio de comunicación en la actualidad es el aeropuerto, que es el medio a través del que viajan los turistas internacionales y la mayoría de los nacionales, así como cierto tipo de mercancías. El aeropuerto de Cancún registró el segundo mayor tránsito aéreo en México con 7,6 millones de pasajeros en el año 2000 (FONATUR,2003: 3). Sin embargo, la isla también cuenta con una aeropista de 1200 m.

## SALUD.

El municipio de Isla Mujeres, cuenta con médicos ofrecidos por las Instituciones Oficiales y Paraestatales, además de servicios médicos particulares.

Los servicios de salud son proporcionados principalmente por Servicios Estatales de Salud y Asistencia (SESA), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), el Sistema de desarrollo familiar (DIF) y, así como los servicios médicos de la zona naval localizada en el Municipio.

## EDUCACIÓN

Isla Mujeres cuenta con niveles de educación básica preprimaria, primaria y secundaria. Los jóvenes al terminar sus estudios secundarios emigran a la Ciudad de Mérida o Cancún, para continuar estudiando el bachillerato, escuela técnica o Universidad según sea el caso.

En relación con la educación, el Municipio de Isla Mujeres cuenta con los siguientes centros educativos:

Escuelas preescolares	3 Federales
Escuelas primarias	2 Federales
Escuelas secundarias	1 Federal

Además, en Isla Mujeres se encuentra un Centro Regional de Investigación Pesquera, que realiza estudios relacionados a los recursos pesqueros de la localidad, tales como langosta, camarón, peces demersales y la protección de la tortuga marina.

### ZONAS DE RECREO

Isla Mujeres cuenta con 7 parques de juegos infantiles, uno frente al Palacio Municipal sede del cabildo y servicios administrativos, y 6 ubicados en las colonias populares. Así mismo se cuenta con 3 jardines vecinales, 9 centros deportivos y 1 unidad deportiva ubicada en la colonia salinas. Existe un balneario popular ubicado a un costado del faro de la isla, colindante a la avenida Rueda Medina. La mejor zona de recreo de Isla Mujeres se localiza en la porción Sur de la ínsula conocida con el nombre de “Parque Nacional El Garrafón” la cual se encuentra concesionada a un grupo empresarial de Cancún.

### ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

En la siguiente tabla, se muestran las actividades productivas sobresalientes en el Municipio de Isla Mujeres:

**Pesca.** El sector pesquero es actualmente el pilar de la economía municipal. La explotación de la pesca se encuentra organizada a través de cinco sociedades cooperativas de producción pesquera (SCCP): Boca Iglesias, Patria y Progreso, Justicia Social, Isla Blanca y Caribe. La primera de las mencionadas se dedica a la pesca del camarón y las demás a la pesca de langosta y escama. La pesca es extensiva y para exportación.

**Industria.** En general la actividad industrial es escasa, salvo por la única empacadora de pescado que funciona de manera semi-industrial con tecnología antigua.

**Turismo.** Es la actividad más importante del Municipio, se concentra principalmente en Isla Mujeres, aunque con el desarrollo las obras y actividades en la Zona Continental como la que se propone, la actividad turística empieza a repartirse la entre la zona continental e insular.

Comercio. Vinculado al turismo se han desarrollado establecimientos comerciales que se dedican a la venta de productos artesanales y de importación.

**Problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.**

El sitio donde se pretende la actuación es un área ya impactada, su intervención se debe a la construcción del Hotel el cual se encuentra autorizado a través de los oficios S.G.P.A./DGIRA.DEI.3194.08, SGPA/DGIRA/DG/02857 04/SGA/0173/15 0641, por tanto, no se prevé impactos para la instalación de la planta de osmosis inversa (el proyecto), esta se pretende en el área de servicios del hotel mencionado, con la finalidad de abastecer de agua potable para la operatividad de este.

La POI y los pozos, no implican intervención alguna y los procesos de instalación se ejecutarán en corto tiempo, siendo que estos consisten básicamente en la adaptación del espacio y colocación de la planta, así como instalaciones eléctricas e hidroeléctricas, sin causar afectaciones al proyecto a la operatividad del mismo.

## V.- IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### V.1 Presentación

En este apartado se establece, de inicio, que la valoración del impacto ambiental se orienta, a las etapas, instalación y operación del proyecto, esta valoración del impacto ambiental parte de la obtención de información que permite identificar, describir y minimizar los impactos ambientales que podrían ocurrir por las etapas que el proyecto pretende.

Se describe, a lo largo de este apartado, la metodología utilizada para su determinación y estimación en el entendido de que, los resultados y el análisis de los mismos son definidos cuantitativamente y cualitativamente.

La valoración de ésta aproximación es realizada partiendo de métodos aceptados que permiten la caracterización de los impactos, la definición de las acciones y enunciación del factor ambiental potencialmente receptor. Con esto y valorando las distintas etapas de las actividades propuestas con respecto al entorno. Se observan en todo momento, los aspectos físicos, abióticos y sociales del medio circundante.

La identificación de los efectos o alteraciones significativas que se pueden producir se realizan conforme a los siguientes:

- Identificación de factores ambientales del medio que pueden ser afectados.
- Cruce de la información a fin de detectar los impactos potenciales y expresarlos en forma de matriz.

A continuación, se desarrollan estos puntos.

### Identificación de factores ambientales susceptibles de ser afectados por el desarrollo.

#### FACTORES AMBIENTALES

SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL	MEDIO INERTE	AIRE	CALIDAD DEL AIRE
			CONFORT SONORO
	MEDIO PERCEPTUAL	AGUA	CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
			CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS
	PAISAJE INTRÍNSECO	UNIDADES DE PAISAJE	

		INCIDENCIA VISUAL	INCIDENCIA VISUAL
SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	USOS DEL SUELO	USOS DEL SUELO	APROVECHAMIENTOS
	ECONOMÍA	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	A.E. AFECTADAS A.E. INDUCIDAS
SISTEMA POBLAMIENTO	INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA VARIA	ACCESIBILIDAD
			FUNCIONAMIENTO
	ESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	ABASTECIMIENTO
			SANEAMIENTO
	ESTRUCTURA ESPACIAL DE NÚCLEOS	ESTRUCTURA TERRITORIAL DEL MUNICIPIO	

**Identificación de acciones susceptibles de generar repercusiones ambientales negativas.**

ETAPA DE INSTALACIÓN	Equipos	INTRODUCCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA
	Instalación	CIRCULACIÓN/FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS Y OTROS
		EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y RESIDUOS SÓLIDOS
ETAPA DE OPERACIÓN	Proceso de ósmosis	RECHAZO LÍQUIDOS

**V.3 Método utilizado para la identificación de impactos.**

La identificación de impactos se realizó en función del medio y los factores que acogen el proyecto; éste sistema ambiental como receptor de las acciones necesarias para la ejecución de las fases del proyecto: instalación y operación.

La dimensión ambiental en la que se establece esta MIA-P deriva de un análisis de los aspectos naturales y componentes humanos que pudieran derivar en

contaminación del aire, agua, suelo, presencia de residuos, valor paisajístico y de impactos potenciales sobre la salud de las personas. En este contexto, la acertada delimitación del ambiente proporciona a este instrumento la posibilidad de validar el cumplimiento de las políticas ambientales y, más aún, que éstas se incorporen al proceso del proyecto y en la toma de decisiones inherentes al mismo.

Los impactos diferenciados por el tipo de lugar en el que ocurren implican medidas, también diferenciadas de protección. Para el caso de este proyecto el ambiente en el que se inserta es del tipo natural con dotación de servicios. Aunado a lo anterior y en antelación a la valoración de impactos se infiere que las medidas deben de orientarse a evitar daños procurando que se mantengan las características de naturalidad.

La valoración cuantitativa del impacto ambiental incluye la transformación de medidas de impacto expresadas en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental y la suma ponderada de ellos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que presumiblemente serán impactados por aquellas. Se construye para cada uno de los impactos identificados la valoración determinando el valor de importancia. La que se presenta y se describe en cada impacto identificado y el que permite obtener valoraciones cualitativas y cuantitativas de los impactos ambientales.

Partiendo de la valoración de importancia del proyecto se construyó la “Matriz Depurada de Impactos”.

Los impactos identificados se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios: carácter del impacto, intensidad del impacto, momento, recuperabilidad, periodicidad, extensión, reversibilidad y persistencia. Los cuales son descritos en la tabla anexa denominada índice de incidencia.

A continuación, se procede a la clasificación del impacto en función de los intervalos antes descritos sobre la Matriz Depurada de Impacto, los resultados permiten la descripción de los impactos sobre cada factor potencialmente afectado.

### **Valores de Importancia**

Estos resultan de la valoración calculada realizada en función de los criterios adoptados y el factor ambiental potencialmente receptor de impacto.

Los valores muestran signos negativos, cuando el impacto es considerado desfavorable, y positivo cuando el impacto es juzgado favorable. Del Valor de Importancia (IM) resultante de la evaluación cualitativa y cuantitativa, se obtiene, información que permite catalogar el impacto en despreciable, moderado, crítico o

severo. El IM, es la razón que permite elaborar la matriz depurada de impactos y la que se expresa en las tablas de cada impacto identificado y valorado.

Uno de los criterios que proporciona información para clasificar cualitativamente los impactos ambientales evaluados es, justamente, la importancia del efecto (IM), valorado en cada impacto. En dónde los impactos se clasificarán en despreciables, si es que el valor es menor o igual a 25; moderados si el valor es mayor a 25 y menor o igual a 50 y severos cuando el valor es mayor a 50 y menor a 75. La naturaleza del impacto, es decir si es benéfico o perjudicial, se indica con los símbolos + o – respectivamente.

Lo anteriormente mencionado se expresa numéricamente de la siguiente manera:

$$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

Donde:

Criterio	Descripción	Valores del criterio
I	Intensidad	(1) Baja (2) Media (4) Alta (8) Muy alta (12) Total
EX	Extensión	(1) Puntual (2) Parcial (4) Extenso (8) Total
PE	Persistencia	(1) Fugaz (< 1 año) (2) Temporal (de 1 a 10 años). (4) Permanente (> 10 años).
EF	Efecto	(4) Directo o primario (1) Indirecto o secundario
MO	Momento	1) Largo plazo (2) Mediano Plazo (4) Corto Plazo
MC	Recuperabilidad	(1) Recuperable de inmediato (2) Recuperable a mediano plazo (4) Mitigable (8) Irrecuperable

Criterio	Descripción	Valores del criterio
RV	Reversibilidad	(1) Corto plazo (2) Mediano plazo (4) Irreversible
PR	Periodicidad	(1) Irregular (2) Periódica (4) Continua

Posteriormente, se procede a la clasificación del impacto en función de los intervalos antes descritos sobre la Matriz Depurada de Impacto, los resultados permiten la descripción de los impactos sobre el factor potencialmente afectado.

#### **DESCRIPCIÓN Y VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.**

- ATMOSFERA

##### **Alteración de la calidad del aire como consecuencia de las actividades de instalación y perforación de los pozos**

Uno de los efectos ambientales asociados a la instalación de la POI puede generar derivados de la circulación de maquinaria y los trabajos por la maniobra de instalación de bombas, tanques, equipos en general, filtros e instalaciones eléctricas e hidráulicas, así como por la operación de maquinaria y equipo, por el transporte y operación de maquinaria y equipo se pueden generar humos de combustión y suspensión de finos a la atmósfera.

Disminución de la calidad del aire por ruido y, como consecuencia de la suspensión al aire de partículas diversas y de diferente procedencia. No obstante, se consideran las emisiones de intensidad baja, de forma localizada, y sólo se manifiesta durante horas laborales y se recupera cuando finalice la instalación, por lo anterior el impacto a la atmósfera resultó negativo, con la siguiente valoración.

Naturaleza del impacto (S) = - Se estima como negativo por afectar la calidad del aire, al incidir en el sitio de trabajo y aunque en menor medida en su área de influencia.

Intensidad del impacto (I) = 1.- La afectación se estima mínima porque no hay afectación constante de manera intermitente se producen humos y ruidos durante el uso de maquinaria y equipo.

Extensión del impacto (E)= 1 La extensión se estima puntual porque ocurre únicamente en el área de trabajo.

Momento del impacto (MO)= 4 El momento es corto, porque termina cuando queda instalado el equipo.

Persistencia (PE)= 1 No se considera persistentes la entrega de equipos y su instalación dura poco tiempo menor de 1 año.

Efecto (EF)= 4 El efecto a la atmósfera se manifiesta de manera directa.

Recuperabilidad (MC)=1 Es recuperable de inmediato. Las emisiones a la atmósfera se consideran mínimas.

Reversibilidad (RV)= 1 Reversible al tiempo de finalizar las instalaciones y comenzara a operar se recupera de inmediato.

Periodicidad (PR)= 1 Se considera irregular y se recuperará de manera inmediata en cuanto termine.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1] = - 19$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

#### • AGUA E HIDROLOGÍA

Impacto ambiental causado a la calidad del agua y disponibilidad de agua, derivado de la instalación y operación de una planta de ósmosis, por el proceso constructivo de dos pozos de aprovechamiento y uno de rechazo, instalación de equipos y maquinaria estanques filtros, bombas, aprovechamiento y transformación de agua para uso.

Vertimientos accidentales de sustancias contaminantes que provoquen cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero. La extracción y transformación de agua para uso, puede provocar una afectación a la disponibilidad de agua.

Descripción: Durante el proceso de instalación y operación del proyecto pueden derramarse accidentalmente líquidos con cargas contaminantes derivados del mal manejo de maquinaria y de equipo. Durante los procesos de extracción de agua salada no se espera contaminación alguna y durante el proceso de rechazo se trata de salmuera

La extracción de agua para potabilización por ósmosis inversa recibirá 1500 m<sup>3</sup>/día con una capacidad de recuperación de 40% equivalente a 600 m<sup>3</sup> de agua

potable por día del acuífero salobre. Los volúmenes de agua requeridos para la operación del hotel son del orden de 600 m<sup>3</sup>/día. El agua producto mejorara la calidad del líquido para los usuarios al reducir la carga de sales, abatir costos de mantenimiento y amortizar el costo de las instalaciones hidrosanitarias.

En particular los dos pozos de aprovechamiento y el de rechazo no rebasará los -25 m de profundidad, los volúmenes de aprovechamiento son de un volumen de 730,000 m<sup>3</sup> con un gasto de 23 litros por segundo, no alterará la disponibilidad de agua ya que se contará con la factibilidad por parte de CNA, en cuanto al volumen de rechazo de 1300 m<sup>3</sup>/día (474,500 m<sup>3</sup>/año), a 1 pozo de rechazo profundo de -40 m, mismos que requieren la concesión para obtener el permiso aprovechar el agua y para rechazar las aguas derivados del procesos de ósmosis.

Por otro lado, cabe señalar que el volumen de agua subterránea que fluye entre la capa caliza del sitio va de los 181 a los 384 l/seg lo que se traduce en un desplazamiento que va de 1.32 a 1.51 lps/metro lineal de acuífero arrecifal y, lo que también implica una rápida restitución de las variantes en el seno del acuífero profundo lo que asegura que no hay posibilidad alguna, por el volumen vertido, de modificar las propiedades del acuífero profundo.

Tal y como se indica en la siguiente tabla:

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo	Anotación
Caudal (m <sup>3</sup> /d)	2,320	600	1,520	El volumen de agua aprovechable está establecido por el consejo de cuenca de la península de Yucatán en 12,750 millones de m <sup>3</sup> anuales y el aprovechamiento requerido para el proceso de potabilización por ósmosis inversa es de 730,000 m <sup>3</sup> anuales.
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31	La temperatura de vertimiento es igual o 3 °C por arriba del agua de aprovechamiento.
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000	Los sólidos disueltos totales estarán, en el punto de descarga, entre 350 y 2000 mg/l por arriba del parámetro natural. La situación será asimilada en una rápida dilución en el acuífero profundo.
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4	El oxígeno disuelto no presenta variaciones
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 8.0	8.0 a 8.2	El pH presenta una variación hacia la alcalinidad mínima que va de .35 a .55
Salinidad (PPM)	60,000 a 37,000	250	4,350 a 6,000	El agua vertida es menos salina que la existente en el freático profundo. De esto se espera, al igual que para los Sólidos disueltos totales, una rápida dilución.

Por lo que el impacto causado por la actividad de potabilización, así como de aprovechamiento y rechazo resultó de manera diferenciada conforme a la siguiente valoración.

**a) Por la actividad de potabilización de agua salobre por ósmosis inversa se presenta el resultado siguiente:**

Naturaleza del impacto (S)= + Se estima como positivo por corresponder a una actividad que permite la producción propia de agua potable lo que permite asegurar el estándar de calidad internacional comprometido por el Hotel. El agua así obtenida no daña la grifería y se tiene disposición continua. La actividad incide en todo el complejo hotelero de forma favorable.

Intensidad del impacto (I) = 4.- El beneficio incide de manera alta en la operación del complejo hotelero.

Extensión del impacto (E)= 8 El beneficio se considera total ya que se generaliza en la totalidad del complejo hotelero.

Momento del impacto (MO)= 4 El momento es de inmediato. Al tiempo del inicio de operación de la planta de ósmosis inversa cambian las propiedades del caudal que se envía a la red de agua potable del hotel.

Persistencia (PE)= 4 La desalación se asocia a la operación de la planta. Si se considera que se utilizará por más de 10 años se le puede considerar, entonces, permanente.

Efecto (EF)= 4 Porque es directo ya que la entrada de agua potabilizada y con significativamente menos sales disueltas a la red hidráulica del complejo incide de forma inmediata en una mejor operación de los equipos y se cumple con las certificaciones de calidad hacia el huésped.

Recuperabilidad (MC)=1 Es recuperable de inmediato. Al momento que deje de operarse la planta se regresa a las condiciones del agua proporcionada por el operador.

Reversibilidad (RV)= 1 Porque, al momento de cancelar la operación de la planta se vuelve a las condiciones originales del factor en menos de un año.

Periodicidad (PR)= 2 Porque el efecto es regular en el tiempo. Ocurre periódicamente al momento de operar la planta de ósmosis inversa.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = + [3(4) + 2(8) + 2 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = 47$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación POSITIVO MODERADO (D) POR SER 47 MAYOR QUE 25 Y MENOR QUE 50

**b) Por cambios en la calidad del agua por rechazo de los procesos de ósmosis al acuífero profundo se presenta el resultado siguiente:**

Los efluentes con mayor poder de contaminación son los residuos inertes, para el caso en particular y toda vez que se trata de la instalación de maquinaria y equipo no se considera la afectación al acuífero profundo, para el caso de las aguas de rechazo de 1,300 m<sup>3</sup>/día corresponden a la descarga de salmuera producto del ósmosis, que es la única acción que actúa sobre el acuífero profundo.

CALIDAD DEL AGUA. Se esperan variaciones en la calidad del agua por cambio en la salinidad del efluente lo que pudiera afectar las características químicas del agua subterránea del acuífero profundo (-40m).

Descripción: La utilización de la batería de pozo de descarga autorizada para el vertimiento profundo de salmuera (-40 m) pueden afectar las características químicas del agua subterránea. El agua permanecerá libre de patógenos y mantendrá un pH entre 7.65 y 7.8

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo
Caudal (m <sup>3</sup> /d)	2,000	700	1,300
Temperatura (°C)	26.6 a 29	26.6 a 29	26.6-29
Sólidos disueltos totales (mg/l)	36000	500	55000
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 7.5	7.0 a 8.0
Salinidad (PPM)	36000	500	55000

Lo anterior expone que el agua que se extrae del acuífero tiene un contenido de sólidos disueltos totales del orden de los 3600 miligramos por litro, durante el proceso de ósmosis inversa se retienen las sales y se concentran en aproximadamente la mitad del volumen con lo cual, a lo mucho, se duplica el contenido. Los valores de sólidos disueltos totales en la descarga de rechazo (5500) son reales obtenidos de plantas de ósmosis semejantes a la que se presenta.

Si se toma en cuenta que el contenido de sólidos disueltos en el agua a 40 y 80 metros de profundidad puede estar entre los 36,000 miligramos por litro resulta que el efecto del vertimiento es, en términos de cambios en el acuífero, irrelevantes. Se ha de considerar que el acuífero de la Península de Yucatán implica una superficie de 144,970 Km<sup>2</sup> con un volumen de agua escurrido medio anual de 4,300 millones de m<sup>3</sup> con una recarga anual de 54,350 millones de m<sup>3</sup> lo

que implica, una vez descontadas las descargas para mantener el equilibrio del sistema, un volumen disponible medio anual de 12,750 millones de m<sup>3</sup>.<sup>9</sup>

La temperatura y el pH se muestran estables, neutros o semejantes a las condiciones naturales existentes en los acuíferos cársticos siendo el contenido de coliformes normalmente de 0 (cero).

Por lo que resultó despreciable conforme a la siguiente valoración.

Naturaleza del impacto (S)= - Se estima como negativo por corresponder a una modificación puntual, es decir que incide únicamente en el punto de descarga, sobre el acuífero profundo.

Intensidad del impacto (I) = 1.- La afectación se estima mínima porque no hay afectación al acuífero somero y corresponde a una porción mínima del acuífero profundo.

Extensión del impacto (E)= 1 La extensión se estima puntual porque ocurre únicamente en el espacio de descarga.

Momento del impacto (MO)= 4 El momento es de inmediato. Al tiempo de la descarga se manifiesta el efecto.

Persistencia (PE)= 4 Porque la descarga está programada para la vida útil del hotel que se estima mayor a 10 años.

Efecto (EF)= 4 El efecto del vertimiento de la salmuera al pozo profundo tiene una incidencia inmediata en la concentración de sales del punto de descarga.

Recuperabilidad (MC)=1 Recuperable de inmediato. Dada la magnitud del acuífero profundo se recuperan las condiciones en el punto de descarga al momento de cancelar el vertimiento de salmuera con lo que se vuelve a las condiciones originales con la acción de su supresión.

Reversibilidad (RV)= 1 Al momento de cancelar la descarga de salmuera se vuelve a las condiciones originales del factor en menos de un año.

Periodicidad (PR)= 2 Porque el efecto es regular en el tiempo. Ocurre periódicamente al momento de las descargas de salmuera.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = - 23$$

---

<sup>9</sup> Unidad de Programas Rurales y Participación Social. Coordinación de Consejos de Cuenca. Gerencia Regional Península de Yucatán.

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

**c) Disponibilidad del agua por aprovechamiento para los procesos del ósmosis.**

Para el caso en particular y toda vez que se trata de extracción de 2,000 m<sup>3</sup>/día, no se considera la afectación al acuífero profundo, no afecta la disponibilidad del acuífero ya que el balance hidráulico no será afectado considerando que el acuífero de la Península de Yucatán implica una superficie de 144,970 Km<sup>2</sup> con un volumen de agua escurrido medio anual de 4,300 millones de m<sup>3</sup> con una recarga anual de 54,350 millones de m<sup>3</sup>.

Naturaleza del impacto (S)= - Se estima como negativo por corresponder a la disminución del recurso, es decir que incide únicamente en el punto de extracción, sobre el acuífero profundo.

Intensidad del impacto (I) = 1.- La afectación se estima mínima porque no hay afectación al acuífero somero ni al acuífero profundo.

Extensión del impacto (E)= 1 La extensión se estima puntual porque ocurre únicamente en el espacio de aprovechamiento.

Momento del impacto (MO)= 4 El momento es de inmediato. Al tiempo de la extracción se manifiesta el efecto.

Persistencia (PE)= 4 Porque el aprovechamiento está programado para la vida útil del hotel misma que cuenta con la concesión para la extracción del recurso.

Efecto (EF)= 4 La disminución del recurso se manifiesta de manera inmediata con el volumen diario extraído.

Recuperabilidad (MC)=1 De inmediato. Dada la disponibilidad del recurso es recuperable.

Reversibilidad (RV)= 1 Al dejar de aprovechar el recurso.

Periodicidad (PR)= 2 Porque Ocurre periódicamente al momento de la extracción del recurso.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = - 23$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

## CONCLUSIONES

De la identificación y valoración de los impactos ambientales detectados para el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, dada la valoración realizada la cual considera las propiedades del acuífero y la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa se está en posibilidad de determinar que, en términos ambientales, el vertimiento puntual del efluente con mayor concentración de sales al acuífero profundo no conlleva un impacto ambiental de alta magnitud en virtud de que, de los parámetros estudiados y contrastados, no se determinó que los impactos ambientales negativos identificados, son despreciables y en la mayoría de los casos el factor se recupera a condiciones iniciales al concluir las obras y actividades.

De este modo en términos ambientales, el proyecto se califica como viable, ya que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.

Sin duda existe cierta incertidumbre sobre los impactos, la cual es mínima, sin embargo, para minimizar esta posible fluctuación, el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución que lleva a proponer medidas incluso para los impactos de dudosa realidad o mínima magnitud.

## VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.

### VI.1 Generales

Las formas de prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos derivados de la actuación que se pretende han sido consideradas por cada fase que involucra este proceso. En todas ellas se incorporan elementos que permiten la reducción de riesgos ambientales.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación serán dirigidas hacia los agentes causales de impacto con el objeto único de orientar acciones hacia el medio receptor para incrementar su homeostasis y resiliencia o bien para paliar los efectos de la intervención una vez producidos (Gómez Orea, 2003).

Dichas medidas se aplican de acuerdo a su carácter e importancia en relación con el impacto y se definen de la siguiente manera:

**Preventiva (P):** Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacia un determinado recurso o atributo ambiental.

**Mitigación (M):** Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.

En el presente capítulo se plantean las medidas orientadas a reducir oportunamente los impactos negativos, con lo que se permitiría a) evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción; b) disminuir impactos al limitar el grado o magnitud de la acción y su implementación c) rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restituir la calidad ambiental al factor afectado; y d) reducir o eliminar el impacto con operaciones de conservación y mantenimiento.

## **CRITERIOS PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS**

La adopción de las medidas de los impactos potenciales identificados versa sobre los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica contextualizada en las condiciones ambientales del entorno en el que se inserta la actuación.
- Eficacia o capacidad estimada de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden.
- Eficiencia, o relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- Viabilidad económica de las medidas en el contexto de los costos de la actuación.
- Aptitud de implementación, mantenimiento, seguimiento y control.

De la valoración realizada en el capítulo V del presente documento se desprende que, derivado de la instalación y operación que se pretenden, no se causarán impactos ambientales que pongan en riesgo especies o poblaciones silvestres, no se desarrollarán actividades que pudieran poner en riesgo la salud humana o la integridad funcional de los ecosistemas o de los ensambles naturales próximos al sitio. De los impactos previstos se determinó que ninguno es negativo severo valorándose como negativos despreciables y moderados. Para estos impactos las medidas correctoras, de mitigación, pueden ser aplicadas y documentadas.

En función de las valoraciones realizadas y de la calidad ambiental existente en el medio circundante, se estima que no se generarán impactos graves al sistema natural, al subsistema perceptual ni al socio económico. Sin embargo, se requiere de la implementación de medidas preventivas, de mitigación y compensadoras, así como su correspondiente documentación durante el periodo de actuación para estar en condición objetiva de demostrar que las predicciones inferidas, así como la eficacia de las medidas propuestas para el proyecto, son acertadas.

Medidas propuestas.

- ATMOSFERA

Medidas de mitigación por alteración de la calidad del aire y confort sonoro como consecuencia de los procesos de perforación, instalación y operación del proyecto.

<b>Factor:</b> AIRE	Emisión de partículas por funcionamiento de maquinaria, en la perforación de pozos equipos y tránsito de trabajadores, materiales de instalación de bombas, tanques, etc.
---------------------	---

Fuente	Medida de Mitigación	Eficiencia
Circulación y operación de los vehículos y maquinaria, en el área de actuación.	Humedecer los materiales finos.	Alta, mediante seguimiento y documentación.
	Al terminar las tareas apagar motores y equipos que no se usen.	
	Establecer y revisar las bitácoras de mantenimiento de vehículos y maquinaria que se usen para la perforación.	
	Informar a los trabajadores y empresas contratadas de la medida.	

**Indicador:** No rebasar los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el D.O.F. el 6 de marzo de 2007.

NOM-044-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.

NOM-045SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el D.O.F. del 22 de abril de 1997 (SEMARNAT, 2003).

NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Necesidad de mantenimiento.	Permanente.
Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.

• AGUA E HIDROLOGÍA

Medidas de prevención por posible degradación del agua del acuífero profundo por patógenos y sustancias químicas.		
<b>Factor:</b> AGUA	Impacto ambiental causado al agua por circulación de maquinaria, aprovechamiento y rechazo de agua subterránea, por la potabilización de agua para uso humano.	
<b>Fuente</b>	<b>Procedimientos</b>	<b>Eficiencia</b>
Residuos Peligrosos generados durante la operación y manejo de equipo y maquinaria	Previene y Mitiga la posible afección al suelo y agua por derrames accidentales de aceites y grasas.	Alta. Basada en el Programa de manejo de residuos su implementación y seguimiento.
Planta de ósmosis inversa	La extracción de agua para conversión y uso se ajustará a las demarcaciones indicadas en materia de aguas. Se contará con un pozo de monitoreo de agua.	Alta, mediante monitoreo y control.
Residuos y sustancias que pudieran alcanzar el caudal de vertimiento a pozo profundo.	<p>Uso de materiales de contención y recuperación de materiales líquidos que puedan derramarse cerca de los brocales.</p> <p>Prohibición de sustancias corrosivas, reactivas, tóxicas o biológico infecciosas en las áreas de potabilización de agua por ósmosis.</p> <p>Control de sustancias en la zona de operación de la POI a efecto de eliminar la posibilidad de cualquier derrame que pudiera alcanzar al pozo profundo.</p>	<p>Alta.</p> <p>Al acatarse la prohibición no existe la posibilidad de contaminación del freático profundo.</p>
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.	

Se considera la planta de ósmosis como parte de una medida de compensación al ahorro agua, ya que se pretende producir el autoconsumo.

<b>Medida: De Mitigación.</b>	<b>Instalación y operación de una planta de ósmosis inversa.</b>
<b>Factor:</b> AGUA	Planta desalinizadora para dar suministro de agua potable al proyecto durante su fase de operación
<p>Descripción de la medida: La propuesta de la planta desalinizadora para dar suministro de agua potable al proyecto durante la operación, se calcula en base a un gasto máximo diario de 700 m<sup>3</sup> de agua potable al día. Para suministrar este volumen, la planta de ósmosis inversa deberá de extraer, promedio de 730,000 m<sup>3</sup> de agua de un pozo a -25 m de profundidad.</p> <p>La planta desalinizadora por ósmosis inversa modelo Memco, está compuesta por los siguientes subsistemas y/o etapas: Decantación de areniscas, prefiltración, bloque de contenedores de membranas; Módulo de recuperación de presión, Bomba de alta presión, Bomba de circulación auxiliar, Tratamiento de agua potable, Sistema eléctrico, Sistema de control, Sistema de limpieza en sitio, Equipo de control de calidad en puertos de muestreo.</p> <p>Consideraciones y ventajas medioambientales</p> <p>Consume poca energía, el tamaño compacto y reducido de los módulos, que incluso pueden ser ubicados de forma subterránea, minimiza el impacto visual de las instalaciones, gracias a su fácil integración en el entorno.</p> <p>Los componentes generadores de ruido se instalan sobre amortiguadores bajo la estructura metálica y el concreto con aislamiento acústico, para anular o minimizar su efecto.</p> <p>Baja o nula cantidad de productos químicos utilizados en el proceso de producción de agua potable.</p>	
Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.

Que, en virtud de lo anteriormente expuesto, la promovente, considera:

1. Que la instalación y operación de la planta de ósmosis inversa marca Memco, modelo MSW-90X1077, para producir agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales menor a 500 ppm implica que la POI, no aumenta el nivel de impactos ambientales previamente evaluados y regulados por el oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DEI.1984.06 y su modificación, contrario ello se suma como parte de las medidas del proyecto.

2. Dadas las características, dimensiones, ubicación y alcances de la instalación y operación de la nueva planta de ósmosis inversa no se prevén impactos ambientales negativos superiores distintos a los previstos y evaluados en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto inmobiliario hotelero de referencia.
3. Las variaciones al proyecto no implican la posibilidad de causar desequilibrios ecológicos graves ni que éstos rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección ambiental y a la preservación y restauración de los ecosistemas o que dañen la salud humana ni que se excedan los niveles permisibles consignados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
4. Siendo que la descarga está regulada por la NOM-001-ECOL-1996 y el vertimiento fiscalizado por la Comisión Nacional del Agua puede considerarse que el impacto ambiental potencial se trata de un impacto ambiental regulado por la norma referida.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII. 1 Pronóstico del escenario

Conforme a la información generada, valorada y analizada, se describieron los posibles impactos adversos que se puedan causar al ambiente por las etapas llevadas a cabo en el proyecto, dando como resultado posibles escenarios que se puedan presentar en las etapas del desarrollo del proyecto.

### ESCENARIO AMBIENTAL MODIFICADO

El escenario ambiental que se espera con la instalación y operación de este proyecto no prevén variaciones en la calidad del escenario, ni de la estructura y composición próxima, contra la propuesta de instalación de la POI.

En el área en el que se ubica el proyecto, se encuentra el área de servicios previamente autorizada.

En términos de paisaje, como expresión natural un sitio que se desarrolla, el concepto implica que la propuesta pueda entenderse como un elemento que se integra, ya que el predio previamente autorizado pasa a ser beneficiada, para proceso de agua.

#### Escenario Sin Proyecto.

El predio de referencia, denota un escenario representado por un predio que cuenta con un proyecto hotelero.

La calidad del paisaje que ofrece en el entorno corresponde al proyecto del lote RTH 7, que son elementos que ofrecen servicios turísticos.



Sobre un espacio previamente regulado en materia del impacto ambiental.

### Escenario Con Proyecto.

El escenario “*con proyecto*”, considera para el área de servicios se torna congruente con la propuesta que se inserta.

El escenario “*con proyecto*” se sujeta a los parámetros y lineamientos aplicables a los usos del suelo suburbano y comercial bajo las regulaciones del POEL-IM.

El escenario, desde la perspectiva de paisaje no contará con modificaciones sustantivas ya que se encontrará en el área de servicios previamente regulada en materia del impacto ambiental.



Área de instalación de la POI dentro del área de servicios



Propuesta con la POI

De acuerdo con la imagen anterior, las modificaciones del espacio natural derivarán en la existencia de una edificación autorizada, específicamente en una losa de concreto sobre la cual se asentará la planta de ósmosis inversa y

en la parte de la vialidad los pozos de absorción y de rechazo. .La instalación y operación del proyecto para consumo del hotel, que se somete a evaluación y dictamen de la autoridad ambiental se valora, en términos urbanos y ambientales y dentro del marco que establecen la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en su Artículo y de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En términos de paisaje, como expresión del sitio en el que se desarrolla, implica la evolución del ecosistema, sea este urbano, turístico o natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como un elemento de mejora ya que el sitio pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, con el establecimiento de una planta de ósmosis inversa.

Lo anterior arroja escenarios que se puedan presentar los que se exponen a continuación:

Actividad (tensor)	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables.
Instalación	Aire Agua Medio perceptual Socioeconómico	<p><u>Impacto.</u></p> <p>De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante las actividades de instalación de la POI y su operación se causarán efectos directos e indirectos al aire y agua profunda.</li> <li>• En el sitio habrá movimiento de equipo y maquinaria, así como presencia de trabajadores por lo que se producirán ruidos y emisiones atmosféricas que molestarán a los vecinos. Lo anterior se minimizará al contar con equipo y máquinas en óptimas condiciones.</li> </ul> <p>En relación al escenario se estiman acertados los siguientes aspectos puntuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan obras y actividades como parte de una medida del hotel es compatible con los usos de suelo indicados en los instrumentos de gestión territorial.</li> <li>• El proyecto va de acuerdo con el POEL de referencia.</li> <li>• Se generan empleos y aportación a la economía de manera directa e indirecta a diferentes escalas y niveles.</li> <li>• El sitio admite, de acuerdo con las regulaciones determinadas por los instrumentos de gestión territorial, una POI.</li> <li>• Pagos de derechos y aportaciones a los gobiernos federales estatales y municipales.</li> </ul>

Operación, Mantenimiento	Unidades de paisaje Socioeconómicos.	<p><u>Impactos positivos permanentes.</u></p> <p>De alta magnitud e intensidad. Duración permanente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto se ajusta a los límites y posibilidades del POEL.</li> <li>• Producción de agua por ósmosis para autoconsumo del hotel.</li> <li>• Generación de empleos y aportación económica directa e indirecta.</li> <li>• Monitoreo de la calidad del agua y su reporte y cumplimiento ante la CNA.</li> <li>• Pagos de derechos y aportaciones a los gobiernos federales estatales y municipales.</li> </ul>
--------------------------	--------------------------------------	---

### VII. 3 Programa de Vigilancia Ambiental

Las obras y actividades relacionadas consideran implementar un programa de seguimiento de las condiciones ambientales basado en las predicciones realizadas en este estudio partiendo de criterios técnicos que permitan aplicarlo de manera sistemática para seguir y cuantificar el valor de las acciones que serán realizadas, así como detectar posibles afectaciones. Para lo anterior se consideran, de inicio, los siguientes aspectos:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este documento.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas por el proyecto y por la autoridad.
- Valorar la eficacia de las medidas. En caso de que sea insatisfactoria, determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.
- Detectar impactos no previstos en esta Manifestación de Impacto Ambiental e instrumentar nuevas medidas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Generar formatos para el seguimiento de condicionantes impuestas por la autoridad ambiental.
- Generar formatos para verificar los impactos supuestos en este estudio a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.

## VII.4 Conclusiones

Partiendo de la propuesta elegida en términos ambientales, la POI, no conlleva a impactos ambientales identificados, que no puedan recuperar la condición inicial al concluir las obras y actividades.

De este modo en términos ambientales el proyecto se califica como **viable**, ya que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.

Sin duda existe cierta incertidumbre sobre los impactos, la cual es mínima, sin embargo, para minimizar esta posible fluctuación, el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución que lleva a proponer medidas incluso para los impactos de dudosa realidad o mínima magnitud.

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

La base del modelo que se utilizó, se fundamenta en las propuestas de valoración del impacto ambiental y uso territorial expuestas por Gómez Orea, D. 1999 en "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" Mundiprensa editores.

Se desarrolló una matriz de importancia, en donde la valoración se realiza a partir de una matriz de impactos, de acuerdo con el método propuesto por Conesa (1993).

Se parte de un modelo que inicia con el conocimiento del medio, del proyecto y de las interacciones entre ambos durante la perforación, instalación y operación. La valoración ambiental del proyecto inicia con el diseño del modelo conceptual mediante un diagrama de flujos o grafo, el cual indica, no limitativamente los submodelos que se insertan en él. El proyecto es tamizado en dos matrices de importancia de la cual se evidencian los impactos más importantes y posteriormente se realiza la matriz depurada de impactos.

Este estudio se apoya en estudios técnicos, a través de los cuales se imponen medidas correctoras o protectoras, para mitigar los efectos de las acciones a realizar y prevenir aquellos que se pudieran generar en la etapa de operación bajo el siguiente contenido:

- Identificación de impactos
- Valoración de impactos
- Prevención de impactos
- Programa de vigilancia ambiental

La integración como tal (Gómez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Capítulo 4: Integración Ambiental) significa que un proyecto y su entorno deben entenderse como subsistemas de un sistema más amplio que los engloba. El proyecto ya no puede ser algo sobrepuesto al medio, y mucho menos contrapuesto a él, sino que la relación proyecto-entorno debe entenderse como las partes de un sistema coherente, armónico y funcional. Por lo que la incoherencia del tipo de proyecto, la sobreexplotación de los recursos, la discordancia - ecológica, paisajística, social o territorial- y la contaminación de los vectores ambientales -aire, agua y suelo-, son los problemas que se intentan identificar y reducir.

Este razonamiento conduce al inicio de la evaluación del impacto ambiental en términos de su integración en el entorno, y se divide en los siguientes puntos:

1. En qué medida el proyecto es *razonable* desde el punto de vista del entorno.
2. En qué medida el proyecto se *localiza* de acuerdo con la “lectura” del territorio.
3. En qué medida la concepción del proyecto ha incluido el comportamiento de los “influentes” que utiliza, de los efluentes que emite y de los elementos físicos que la forman.